



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Desenvolvimento de um Bombom de Chocolate com recheio de queijo fundido e compota de fruta

Filipa Margarida Jácome Diogo



Instituto Politécnico
de Viana do Castelo

Filipa Margarida Jácome Diogo

Desenvolvimento de um Bombom de Chocolate com recheio de queijo fundido e compota de fruta

Nome do Curso de Mestrado

Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Rui Alves

Professora Carla Barbosa

Viana do Castelo, Julho 2015



Instituto Politécnico
de Viana do Castelo

Filipa Margarida Jácome Diogo

Desenvolvimento de um Bombom de Chocolate com recheio de queijo fundido e compota de fruta

Júri Nomeado:

Professora Doutora Rita Isabel Couto Pinheiro

Professora Doutora Cristina Maria R. Soares Vicente

Professor Doutor Manuel Rui Azevedo Alves

Viana do Castelo, Julho 2015

Ao meu avô.....

Agradecimentos

Gostava de expressar o meu agradecimento a todas as pessoas que tornaram possível a realização deste trabalho:

- Ao Professor Doutor Rui Alves e Professora Carla Barbosa, pela orientação, apoio, disponibilidade, espírito crítico e total colaboração prestados ao longo da realização deste trabalho.
- À Engenheira Elsa Torres, pela disponibilidade e apoio prestado ao longo do estágio curricular na Empresa Casa Grande *Chocolatier*.
- À Direção da Casa Grande *Chocolatier* por me ter dado a oportunidade de estágio, a qual aproveitei ao máximo, numa indústria interessante como é a do Chocolate.
- À Técnica Susana pelo auxílio e colaboração prestados ao longo do desenvolvimento do trabalho laboratorial.
- À mestre chocolateira Carla Santos pela paciência, disponibilidade e orientação técnica sobre o fabrico de bombons.
- Às minhas grandes amigas, Ana Cristina e Patrícia Rodrigues, que sempre estiveram ao meu lado desde o início, agradeço toda a amizade, força e companheirismo, que tornaram esta etapa muito mais divertida e memorável.
- Por fim um agradecimento especial aos meus pais, pelo amor, carinho e palavras de apoio, que mesmo estando longe sempre se fizeram sentir. Assim como o contínuo incentivo, encorajamento e apoio incondicional na superação de obstáculos que foram surgindo, ao longo deste trabalho.

Sumário

O chocolate é um produto usualmente consumido, sendo que a sua produção tem aumentado nos últimos anos. O sabor depende da libertação dos compostos aromáticos, e a sua textura resulta da maneira como se funde e derrete na boca. Os ingredientes utilizados na produção de chocolates possuem um importante papel na aceitabilidade do consumidor, assim como na apresentação final do produto. A produção de chocolate requer um atendimento contínuo ao consumidor, sendo que os tipos de chocolate variam de país para país.

Os chocolates disponíveis no mercado são elaborados com ingredientes semelhantes, porém existe uma grande diversidade de sabores e as condições de produção são mantidas em segredo, o facto da indústria chocolateira ser extremamente competitiva requer a constante procura pela inovação de novos produtos. Assim sendo surgiu o desafio de criar um novo bombom com recheio de queijo fundido e compota de fruta (morango, cereja negra e mirtilo).

Com este trabalho pretende-se incorporar dois novos componentes no bombom, o queijo fundido e a compota de fruta. Para tal, realizaram-se vários ensaios e formulações, nos quais se estudou primeiramente o comportamento do queijo em contato direto com a compota de fruta. A evidente perda de água do queijo para a compota foi o obstáculo principal no desenvolvimento deste trabalho. Tendo isso em vista, desenvolveram-se várias formulações de queijo fundido, de forma a criar um equilíbrio osmótico dentro do bombom, sendo que a solução adotada passou pela adição de uma concentração de 30% de açúcar ao queijo.

No decorrer do trabalho realizaram-se análises de atividade de água, humidade, textura e viscosidade, cujos resultados ajudaram no contínuo aperfeiçoamento das formulações. Ao longo do tempo foi visível o aparecimento de bolores no interior dos bombons, em especial na zona do queijo. Como tal foi adicionado um conservante, sorbato de potássio, ao queijo fundido. Porém o crescimento de bolores continuou a ser um problema, uma vez que tanto o queijo como os recheios de compota de fruta (morango, cereja negra e mirtilo) possuem valores de atividade de água muito elevados, propensos ao desenvolvimento microbiano. Este fator associado a outros parâmetros tais como controlo de humidade, temperatura e condições de armazenamento dos bombons, limitaram o prazo de validade deste novo produto para 26 dias. De todos os testes realizados, o bombom com queijo fundido e a compota de cereja negra foi o único que não registou desenvolvimento de bolores.

Para além destas análises foi realizado um estudo de consumidores, no qual avaliaram os bombons de chocolate branco, chocolate negro 55%, 70% e 83%, recheados com compota de morango e queijo fundido. Os resultados deste estudo de aceitabilidade não evidenciaram grupos distintos entre os provadores. Isto é, não houve predileção por apenas um ou outro bombom específico, pelo contrário houve uma boa aceitação das quatro amostras de chocolate apresentadas.

No entanto é de realçar que este produto ainda precisa de um posterior aperfeiçoamento tecnológico, de forma a manter a textura e consistência do queijo fundido por mais tempo dentro do bombom, assim como o aumento do prazo de validade do mesmo.

Abstract

Chocolate is a product normally consumed, and its production has increased in recent years. The taste depends on the release of aromatic compounds, and its texture results from the way it merges and melts in the mouth. The ingredients used in chocolate production play an important role in consumer acceptability, as well as the final presentation of the product. The chocolate production requires a continuous customer service, and the preferred types of chocolate vary from country to country.

The chocolates on the market are made with similar ingredients, but there is a great diversity of flavors and production conditions are kept secret, the fact that the chocolate industry is extremely competitive requires a constant search for new product innovation. Thus the challenge of creating a new bonbon stuffed with melted cheese and jam fruit (strawberry, black cherry and blueberry) being emerged.

This work intends to incorporate two new components in the chocolate bonbon, processed cheese and fruit jam. To this end, various tests and formulations were conducted in which they first studied the behavior of the cheese in direct contact with the jam fruit. The apparent loss of water from the cheese to the jam was the main obstacle in the development of this work. Having that in view, various formulations were developed for processed cheese to create an osmotic balance within the bonbon, and the solution adopted evolves adding 30% sugar to the final formulation of the processed cheese.

In the course of the work, were carried out analyzes of water activity, moisture, texture and viscosity, whose results helped in the continuous improvement of formulations. Over time the appearance of molds were visible inside the chocolate bonbons, particularly in the cheese zone. As result was added potassium sorbate to the processed cheese. However mold growth continues to be a problem, since both the processed cheese and jam fruit (strawberry, black cherry and blueberry) have very high values of water activity, prone to microbial growth. This factor combined with other parameters such as humidity control, temperature and storage conditions of bonbons, limited the validity of this new product to 26 days. Of all the laboratory tests performed the chocolate bonbon filled with black cherry jam and processed cheese was the only one who didn't register presence of molds.

In addition to these analyzes, a consumers study was conducted to white, dark chocolate 55%, 70%, 83% bonbons, filled with strawberry jam and processed cheese. The results of this acceptability study showed no evidence of preference by distinct groups of consumers. That is, there was no preference for one or other bonbon, instead there was a good acceptance of the four chocolate samples submitted.

However it should be noted that this product still needs a further technological improvement, to keep the texture and consistency of the processed cheese inside the chocolate bonbon for a longer period, as well as increasing the shelf life.

Índice

Agradecimentos	V
Sumário	VI
Abstract	VIII
Índice de Figuras	XIII
Índice de Tabelas.....	XIV
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e Objetivos	2
2. Revisão Bibliográfica	3
2.1 História do Chocolate	4
2.1.1 Chocolate no Mundo.....	6
2.2 Cacau como Matéria-Prima.....	7
2.2.1 Evolução das propriedades organoléticas dos grãos de cacau	8
Pasta de cacau.....	8
Cacau em pó.....	9
Manteiga de cacau	10
2.3 Produção de chocolate.....	11
2.3.1 Fermentação	12
2.3.2 Secagem	12
2.3.3 Torrefacção	13
2.3.4 Moagem e refinação	13
2.4 Produção do chocolate.....	13
2.4.1 Processo de fabrico do chocolate	15
2.4.2 Conchagem.....	16
Efeito da conchagem na aceitabilidade do chocolate pelo consumidor	16
2.4.3 Temperagem	17
Outras gorduras vegetais	18
Efeito “flor” no chocolate.....	18
Cristalização dos lípidos	19
2.4.4 Moldagem	21

2.4.5 Zona de embalagem e Armazenagem.....	22
2.5 Bombom de chocolate	22
2.5.1 Recheio.....	22
2.6 Geleias e compotas	23
2.6.1 Produção das geleias e compotas	23
2.7 Queijo	24
2.7.1 Processo produtivo de queijo fundido	24
2.7.2 Sais de fusão do queijo.....	25
2.8 Controlo da Qualidade	26
2.8.1 Atividade de água no Chocolate	26
2.9 Reologia.....	29
2.10 Viscosidade.....	29
2.10.1 Diferentes tipos de escoamento	30
2.10.2 A importância da viscosidade do chocolate na Indústria.....	31
2.10.3 Modelos Reológicos	32
2.11 Textura	34
2.12 Análise Sensorial do Chocolate	35
2.12.1 Aceitabilidade do Consumidor	36
3. Materiais e Métodos	37
3.1 Matéria-Prima	38
Sais de Fusão e Conservantes	39
Limite legal de sal de fusão	39
Limite legal de conservante	40
3.2 Processo Produtivo do Bombom de chocolate	40
Caracterização da matéria-prima.....	41
<i>Moldagem</i>	41
<i>Enchimento</i>	41
<i>Cobertura do bombom e Desmolde</i>	42
3.3 Ensaios preliminares com recheio de queijo	42
Queijos fundidos	42
Queijos de pasta semi-mole.....	42
3.4 Métodos Analíticos.....	43
3.4.1 Determinação da Atividade de Água.....	43

Preparação das amostras	43
Determinação da atividade de água	43
3.5 Determinação do Teor de humidade	44
3.6 Textura	44
Preparação das amostras	45
3.7 Análise de viscosidade.....	46
Preparação das amostras de chocolate	46
Determinação da Viscosidade	47
3.8 Análise Sensorial	48
3.8.1 Análise de Aceitabilidade do Consumidor	48
Ficha de Prova	49
4. Discussão de Resultados	51
4.1 Ensaio Preliminar.....	52
Queijo <i>Philadelphia</i>	52
Queijo <i>Queru</i>	52
4.2 Desenvolvimento do bombom com queijo e recheio de compota.....	53
Queijo Quinta do Convento	53
Queijo <i>Senras</i>	55
4.3 Controlo da estabilidade dos recheios.....	55
4.3.1 Atividade de água.....	55
Queijo <i>Queru</i> e Compota de Abóbora.....	55
Queijo Curado Amanteigado e Compota de morango, cereja negra e mirtilo	58
4.3.2 Humidade do Queijo	67
4.4 Caracterização das propriedades reológicas do chocolate.....	68
4.4.1 Textura	68
4.5 Viscosidade do chocolate.....	71
Modelo Windhab	71
4.6 Estudo de aceitabilidade	76
5. Conclusão e sugestões de trabalho futuro.....	81
6. Bibliografia	85
6.1 Legislação	89
7. Anexos.....	91
7.1 Ficha técnica do sal de fusão.....	92

7.2 Ficha técnica do conservante	93
8. Apêndices	95
8.1 Apêndices I – Observações experimentais na fusão do queijo.....	96
8.2 Apêndices II – Observações experimentais na determinação de atividade de água.....	98
Queijo <i>Queru</i> e Compota de Abóbora.....	99
Queijo fundido, <i>Quinta do Convento</i>	102
Queijo fundido, <i>Senras</i>	107
8.3 Apêndice III – Observações experimentais na determinação da textura	109
8.4 Apêndice IV – Observações experimentais na determinação da viscosidade	112
8.5 Apêndice V – Análise Sensorial: Fichas de Aceitabilidade de Consumidor	114

Índice de Figuras

Figura 1 - Fluxograma das etapas de fabrico do licor de cacau, manteiga de cacau e cacau em pó (Cook, 1984)	8
Figura 2 - Esquema das estruturas polimórficas dos trigliceróis da manteiga de cacau	11
Figura 3 - Fluxograma do processo produtivo do chocolate (Beckett, 1994; Keijbets, Chen, & Vieira, 2010; Afoakwa et al., 2007)	15
Figura 4 - Temperagem e o processo de cristalização lipídica no chocolate (Afoakwa et al., 2007)	20
Figura 5 - Curvas de fluxo de fluidos ideais (Viana, 2010)	30
Figura 6 - Fluxograma do processo produtivo do fabrico do bombom de chocolate com queijo fundido e compota de frutas (morango, cereja negra, mirtilo)	40
Figura 7 - Fotografia das Pastilhas de chocolate moldadas para determinação da textura	45
Figura 8 - Exemplo de gráfico da realização da análise pelo texturómetro a uma amostra de chocolate negro 55%	46
Figura 9 - Prato das provas sensoriais com as amostras de chocolate codificadas	49
Figura 10 – a) Bombom com recheio de queijo <i>Philadelphia</i> e compota de abóbora; b) Bombom com recheio de queijo <i>Queru</i> e compota de abóbora	52
Figura 11 - Formulações de queijo fundido com diferentes concentrações de açúcar	54
Figura 12 - Presença de bolores nos bombons	54
Figura 13 - Bombom de queijo <i>Senras</i> fundido e compota de frutas (morango, cereja negra e mirtilo)	55
Figura 14 - Evolução da Aw do queijo Queru e compota de abóbora, incorporados dentro de embalagens ao longo de 17 dias	56
Figura 15 - Evolução da Aw do queijo Queru e compota de abóbora, armazenada em conjunto ao longo de 15 dias	56
Figura 16 - Evolução da Aw do queijo Queru incorporado dentro do bombom de chocolate negro 55%, ao longo de 20 dias	56
Figura 17 - Evolução da Aw do queijo Queru e compota de abóbora, incorporados dentro do bombom de chocolate negro 55%, separados por uma fina camada de chocolate, ao longo de 15 dias	57
Figura 18 - Bombom de chocolate negro 55%, com recheio de queijo Queru	58
Figura 19 - a) Evolução da Aw do queijo fundido (20% de açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%; b) Evolução da Aw do queijo fundido (20% de açúcar) e compota de cereja negra como recheio, no bombom de chocolate negro 70%; c) Evolução da Aw do queijo fundido (20% de açúcar) e compota de mirtilo como recheio, no bombom de chocolate negro 70%;	59
Figura 20 - Fotografias de bombos de chocolate negro 70% com recheio de compota de morango, cereja negra, mirtilo e queijo fundido (20% de açúcar), onde é visível o crescimento de bolores .	60
Figura 21 - a) Evolução da Aw do queijo fundido (30% açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%; b) Evolução da Aw do queijo fundido (30% açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%; c) Evolução da Aw do	

queijo fundido (30% açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%;	61
Figura 22 - Presença de bolores no Bombom de mirtilo e queijo fundido (30% de açúcar)	62
Figura 23 a) Evolução da Aw do queijo fundido (40% açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%;b) Evolução da Aw do queijo fundido (40% açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%;; c) Evolução da Aw do queijo fundido (40% açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%;	63
Figura 24 - Determinação da humidade do Queijo Senras Natural (1) e Queijo Senras fundido (2)68	
Figura 25 - Representação gráfica do modelo Windhab no chocolate branco.....	72
Figura 26 - Representação do modelo Windhab no chocolate negro 55%.....	72
Figura 27 - Representação do modelo Windhab no chocolate negro 70%.....	73
Figura 28 - Representação gráfica do modelo Windhab no chocolate negro 83%.....	73
Figura 29 – Momentos de prova na Loja Casa Grande, Chocolatier.....	77
Figura 30 – Histogramas do resultado da prova de aceitabilidade dos diferentes tipos de chocolate: a) chocolate negro 70% com recheio de queijo fundido e compota de morango: 1 – extremamente desagradável a 9 – extremamente agradável; b) chocolate branco com recheio de queijo fundido e compota de morango: 1 – extremamente desagradável a 9 – extremamente agradável; c) chocolate negro 55% com recheio de queijo fundido e compota de morango: 1 – extremamente desagradável a 9 – extremamente agradável; d) chocolate negro 83% com recheio de queijo fundido e compota de morango: 1 – extremamente desagradável a 9 – extremamente agradável.....	78
Figura 31 - Análise de correspondência das pontuações dos provadores.....	79

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Polimorfismo da Manteiga de Cacau (Afoakwa et al., 2007)	11
Tabela 2 - Atividade de água e o Crescimento Microbiano nos Alimentos, adaptado: (AquaLab, 2012)	27
Tabela 3 - Valores dos limites de Atividade de água das matérias-primas do chocolate, Adaptado: (Cordier, 1994)	28
Tabela 4 - Modelos Reológicos.....	33
Tabela 5 - Composição das Matérias-Primas	38
Tabela 6 - Massa molar dos compostos	39
Tabela 7 - Vários tipos de acondicionamentos das amostras para análise de Aw.....	43
Tabela 8 - Codificação das Amostras.....	49
Tabela 9 - Teor de Humidade do Queijo Senras.....	67
Tabela 10 - Valores das médias e desvio padrão dos parâmetros de dureza e fraturabilidade dos 4 tipos de chocolate analisados	69

Tabela 11 - Teste Tukey (HSD), à variável Dureza	70
Tabela 12 - Teste Tukey (HSD), à variável Fraturabilidade.....	70
Tabela 13 - Correlação entre os parâmetros de Dureza e Fraturabilidade.....	70
Tabela 14 - Valores dos coeficientes de determinação (R^2) para o modelo Windhab	75
Tabela 15 - Análise de Variância (ANOVA) Resultados dos testes de aceitabilidade dos Consumidores	78
Tabela 16 – Valores das Médias e Desvio Padrão das pontuações dos testes de aceitabilidade aos consumidores	78
Tabela 17 - Composição dos vários tipos de queijo fundido em laboratório	97
Tabela 18 - Atividade de água nas embalagens	99
Tabela 19 - Atividade de água no bombom	100
Tabela 20 - Atividade de água do queijo	101
Tabela 21 - Atividade de água do recheio dividido por uma camada de chocolate dentro do bombom	101
Tabela 22 - Atividade de água no bombom com recheio de morango.....	102
Tabela 23 - Atividade de água no bombom com recheio de cereja negra	102
Tabela 24 - Atividade de água no bombom com recheio de mirtilo.....	103
Tabela 25 - Atividade de água no bombom com recheio de morango.....	103
Tabela 26 - Atividade de água no bombom com recheio de cereja negra	103
Tabela 27 – Atividade de água no bombom com recheio de mirtilo	104
Tabela 28 - Atividade de água no bombom com recheio de morango.....	104
Tabela 29 - Atividade de água no bombom com recheio de cereja negra	104
Tabela 30 - Atividade de água no bombom com recheio de mirtilo.....	105
Tabela 31 - Atividade de água no bombom com recheio de morango.....	105
Tabela 32 - Atividade de água no bombom com recheio de cereja negra	106
Tabela 33 - Atividade de água no bombom com recheio de mirtilo.....	106
Tabela 34 - Atividade de água no bombom com recheio de morango.....	107
Tabela 35 - Atividade de água no bombom com recheio de cereja negra	107
Tabela 36 - Atividade de água no bombom com recheio de mirtilo.....	108
Tabela 37 - Valores do Texturómetro: Dureza e Fraturabilidade	110
Tabela 38 - Análise de variância (ANOVA) dos chocolates.....	111
Tabela 39 - Valores do viscosímetro aplicados ao modelo Windhab	113

1. Introdução

1.1 Enquadramento e Objetivos

O trabalho apresentado nesta dissertação insere-se no âmbito de um estágio realizado na empresa Casa Grande *Chocolatier*. No seguimento das atividades realizadas no estágio, a empresa propôs o desenvolvimento de um produto inovador em termos de conjugação de sabores, dirigido a consumidores usuais de chocolate. O trabalho apresentado nesta dissertação teve como objetivo principal o desenvolvimento de um bombom de chocolate com recheio de queijo e compota de fruta. Para tal foram realizadas várias experiências com diferentes compotas (compota de abóbora, figo, mirtilo, cereja negra e morango) e diferentes tipos de queijos (*Philadelphia*, *Queru*, *Quinta do Convento* e *Senras*).

Inclui-se, assim, dentro dos objetivos deste trabalho:

- O estudo do comportamento reológico de diferentes tipos de chocolate (branco, negro 55%, negro 70% e negro 83%);
- Avaliação de propriedades de textura (firmeza e fraturabilidade) dos diferentes tipos de chocolates;
- Avaliação de propriedades físico-químicas (humidade, atividade de água) dos constituintes do recheio (queijos e compotas) ao longo do tempo;
- Estudo com consumidores (aceitabilidade);
- Seleção do tipo de chocolate.

O mercado português de produtos de chocolate presenciou um forte crescimento no período de 2007-2011 (4,8%), e as previsões apontam para que o desempenho do mercado desacelere durante 2011-2016. As empresas líderes de produtos de chocolate no mercado português são: Ferrero, Kraft Foods, Mars e Nestlé, representando cerca de 78,8% do valor total de mercado ("Chocolate Confectionery Industry Profile: Portugal," 2013). Uma vez que a indústria chocolateira é bastante competitiva há necessidade da constante procura e inovação de novos produtos.

O chocolate tem um efeito atrativo devido aos ingredientes presentes na sua formulação, e aos resultados que estes impõem ao produto final (gordura, açúcar, textura e aroma). Os ingredientes utilizados na formulação de recheios de bombons apresentam funcionalidades variadas, cujo conhecimento é de grande importância para quem os formula. O bombom é um produto constituído por massa de chocolate ou por um núcleo formado de diversos recheios, elaborados com frutas, pedaços de frutas, sementes, açúcar, leite, manteiga, cacau, licores e outras substâncias alimentícias, recobertos por uma camada de chocolate (Richter & Lannes, 2007a).

A composição específica do chocolate varia de país para país, de acordo com os gostos e legislações implementados, que delimitam as percentagens de cacau, sólidos do leite, tipos e quantidades de gorduras vegetais permitidas (Richter & Lannes, 2007b).

2. Revisão Bibliográfica

2.1 História do Chocolate

O cultivo da árvore do cacau teve origem na civilização Azteca, no México. As sementes eram valorizadas, como moeda e, também, pela produção de uma bebida temperada denominada de “chocolatl”. Diz-se que o Imperador Azteca Montezé bebia 50 potes contendo esta bebida por dia, acreditava-se que continha propriedades afrodisíacas. O chocolate era preparado através da torrefação das sementes de cacau em potes de barro, previamente moído com pedras. Era então adicionada água fria ou outros ingredientes, tais como especiarias ou mel, até ser obtida a consistência desejada(Whymper,1912).

Cristóvão Colombo foi quem trouxe pela primeira vez as sementes de cacau para a Europa, que mais tarde foram exploradas comercialmente por Don Cortes, como nova bebida. Os espanhóis preferem as suas bebidas adocicadas, desta forma foi ganhando popularidade espalhando-se pelo Centro e Norte da Europa(Minifie,1980).

Em 1664, esta bebida foi mencionada em Inglaterra no Pepy’s Diary, no entanto ainda era restrito só aos mais ricos. A introdução de leite pela primeira vez na bebida de chocolate foi registada no Reino Unido em 1722 por Nicholas Sanders.

A mistura dos grãos de cacau e açúcar por si só não produz o chocolate sólido que é tão familiar ao consumidor da atualidade. Essa mistura apenas resultaria numa substância bastante dura, que não seria agradável na boca, para que esta pudesse produzir o efeito de se derreter na boca, era necessário acrescentar gordura extra. Isto pode ser obtido por aplicação de pressão nas sementes de cacau e remoção de algum do seu teor de gordura, mais conhecida como manteiga de cacau.

Nos meados do século XVIII, o chocolate era bebido desde Inglaterra até à Itália. No entanto ainda persistiam as diferenças políticas e culturais, sendo que depois de anos de debate, o Papa decretou que o chocolate não era considerado alimento, uma vez que era líquido, podendo ser consumido durante a Quaresma. Este decreto contribuiu para a disseminação do chocolate por todo o sul da Europa, a conotação católica significava que os Alemães, Holandeses e Escandinavos continuariam a beber café. Da mesma forma que os Portugueses continuaram a beber chá, ao invés da bebida dos seus rivais espanhóis.

Em meados dos anos 1800, a crescente procura por grãos de cacau levou à introdução desta planta nas colónias portuguesas, britânicas e holandesas em África e na Ásia. Este aumento de oferta conduziu a uma descida do preço do cacau e do chocolate, tornando este produto num alimento comum.

A revolução Industrial trouxe duas mudanças importantes para a indústria do chocolate, que influenciaram grandemente tanto a produção como o seu consumo. No final do século XVIII, Joseph Fry, usou um motor a vapor para moer os grãos de cacau. A produção e processamento em massa fizeram com que o chocolate fosse mais acessível ao consumidor em geral. Mais

importante ainda, foi a aplicação de métodos de produção industrial na fabricação de chocolate, incluindo a questão do uso e dar aos resíduos.

Os grãos de cacau são constituídos por aproximadamente 50% de manteiga de cacau. No entanto o método de ebulição e separação da manteiga de cacau dos sólidos de cacau não era suficiente para remover por completo a gordura (Beckett, 1994).

A capacidade de extração desta gordura foi desenvolvida em 1828 por Van Houten, que inventou um equipamento hidráulico, que separava a gordura da manteiga dos sólidos de cacau (que poderiam ainda ser moídos em pó de cacau) (Cidell & Alberts, 2006).

Esta técnica trouxe uma vantagem dupla: o teor de gordura resultante passou a ser utilizado para fazer barras de chocolate sólido, sendo que a restante gordura do cacau em pó poderia ainda ser incorporada na bebida, tornando-a preferencialmente mais aceita pelos consumidores desta forma (Beckett, 1994).

Joseph Fry tentou ao longo dos anos descobrir a formulação correta para processar chocolate na forma sólida. A adição em excesso de manteiga de cacau, em vez de água, permitiu que a mistura de cacau e açúcar atingissem a consistência e sabor desejados, para o chocolate sólido. Em 1847, iniciou-se na Grã-Bretanha a produção de chocolate sólido.

A produção do chocolate em barra ainda necessitava de aperfeiçoamento/otimização, uma vez que a incorporação de leite o tornou mais perecível (Cidell & Alberts, 2006).

A produção do chocolate de leite, na forma sólida é atribuída em 1897 por Daniel Peters de Vevey, na Suíça. Este recorreu à utilização de um equipamento cuja fonte de alimentação era água e que operando em contínuo, durante longos períodos, permitiu a modulação do chocolate de leite com custos mais reduzidos. Neste processo, a água em excesso na barra de chocolate era retirada, tornando o produto mais estável. Pois, chocolates com teor de humidade superior a 2% perdem rapidamente qualidade sobretudo a nível da textura (Beckett, 1994).

Por volta da mesma data a empresa Lindt inventou um processo conhecido como conchagem, que envolve o aquecimento e a passagem dos grãos de cacau com manteiga de cacau por rolos grandes de granito, cujo objetivo é provocar a quebra dos cristais de açúcar e criar um produto mais suave. Esta etapa de conchagem deste chocolate suíço demora, pelo menos 72 horas. A duração da etapa de conchagem deve ser tida como um indicador de qualidade do chocolate (Cidell & Alberts, 2006).

Ao longo dos anos tem-se vindo a otimizar formulações tanto para o chocolate de leite como para o chocolate base (amargo/ negro). Grandes empresas produtoras de chocolate, como a Cadbury's, Dairy Milk, Lindt, Hershey Bar entre outras, procuram continuamente aperfeiçoar estas formulações "base" de forma a desenvolver um "sabor" característico que defina a empresa e ao mesmo tempo as diferencie das demais.

Nos últimos anos, a percentagem de sólidos de cacau tornou-se um aspeto importante na definição de qualidade do chocolate. Os *chocolatiers* decretaram que quanto maior for a

percentagem de sólidos de cacau, melhor será o chocolate. Isto significa que menos açúcar e leite serão usados, o que resulta num chocolate mais forte e menos doce. Embora testes realizados com consumidores demonstrem que há uma preferência por chocolates com uma concentração de sólidos de cacau entre 50-60%, os *Chocolatiers* produzem tabletes com concentrações de teor de sólidos de cacau até 75-85%, e atribuem estas tabletes aos consumidores de gosto mais sofisticado (Beckett, 1994).

2.1.1 Chocolate no Mundo

A história do fabrico do chocolate explica, em parte, como a qualidade do chocolate é definida. A cadeia produtiva moderna do chocolate começa com uma pequena lista dos países onde o cacau é cultivado. Os pequenos agricultores dominam esta fase do processo, sendo que mais de 85% do cacau em todo o mundo é cultivado em pequenas explorações, de menos de dois hectares. Devido ao elevado número de pequenos produtores envolvidos, 11 milhões apenas na África Ocidental, faz com que a identidade geográfica dos grãos seja perdida no processo de moagem (Beckett, 1994).

O Gana é o único local produtor de cacau, cujo grão pode ser rastreado durante todo o processo produtivo, pois ao contrário do que acontece com os produtores latino-americanos, o trabalho não é coagido, como tal existe um melhor relacionamento entre os trabalhadores, produtores e operadores de moinhos.

No entanto o grão de cacau do Gana tem um preço *Premium*, devido ao cuidado que os produtores têm durante a fase de fermentação e secagem, etapas estas que são levadas a cabo num sistema de controlo e padronização da qualidade durante toda a cadeia de processo, o que atribui ao grão de cacau do Gana a fama de serem das variedades com maior teor de gordura e sabor mais rico. Por exemplo a *Cadbury* é a única grande empresa de chocolates, que insiste em manter a fonte de matéria-prima de cacau consistente, sendo que essa fonte é o Gana. Para a maioria dos fabricantes de chocolates, a origem do grão de cacau é uma preocupação secundária.

Atualmente, a produção de chocolate têm-se centralizado, ao ponto em que cerca de metade da produção mundial é produzida maioritariamente por dezassete empresas, sendo que as três grandes são:

- *Nestlé*, da Suíça;
- *Mars*, dos EUA;
- *Cadbury Schweppes*, Reino Unido.

No entanto em alguns países europeus, o método de produção artesanal é tão importante quanto a determinação dos locais onde os consumidores compram o chocolate. As indústrias francesas e belgas, em particular, dedicam-se à produção em pequena escala de chocolates individuais (bombs).

Existe ainda uma pequena, mas crescente parcela produtiva de chocolate orgânico, que utiliza grãos de plantações individuais, uma das últimas tendências do mercado. No entanto a maior parte do chocolate é produzido por grandes multinacionais, de maneira que nem a origem do

grão de cacau ou o grão de fabrico biológico/artesanal contribui significativamente para a compreensão da qualidade do chocolate para o consumidor em geral.

No entanto existe alguma desconexão entre a cadeia produtiva do chocolate e o consumo. Os produtores de cacau, essencialmente pequenos agricultores, de países em desenvolvimento, raramente consomem o produto final. Os consumidores por sua vez, principalmente de países desenvolvidos, não têm forma de saber as origens do chocolate que consomem. Esta falta de transparência nas fases iniciais do processo (fornecimento de matéria-prima) significa que a “qualidade”, do ponto de vista dos consumidores, é definida com base no processo de fabricação, em particular sobre a forma como este determina o sabor, textura e outras propriedades do chocolate (Beckett, 1994).

2.2 Cacau como Matéria-Prima

O fabricante de chocolate procura sempre duas características no cacau comercial. A primeira relaciona-se com o efeito da torra com o «*flavour*» característico a chocolate, ao qual está muito ligado. A segunda baseia-se no teor de gordura dos cotilédones, que em matéria-prima de boa qualidade, ultrapassa os 52% e que depende das condições de cultura (entre outras), nomeadamente, o estado mais ou menos perfeito em que se encontram os frutos e as sementes quando são colhidas.

Quanto mais elevado for o teor de gordura, maior é o valor comercial do cacau. A gordura extraída, por processos mecânicos ou por solventes, é denominada por «manteiga de cacau». Esta é muito valorizada no fabrico de chocolate de boa qualidade, assim como a sua aplicabilidade para fins medicinais, farmacêuticos e cosméticos (Beckett, 1994).

O «*flavour*» a chocolate resulta de um conjunto de compostos, grande maioria é desenvolvido durante a torra e tecnologia pós-colheita (Ferrão, 2008). O «*flavour*» a cacau resulta do efeito conjunto de numerosos compostos, voláteis e não voláteis, existentes na semente de cacau comercial torrada, que levam a um conjunto complexo de sensações durante a degustação do chocolate.

As operações tecnológicas mais importantes no desenvolvimento do «*flavour*» a cacau são a fermentação e a secagem.

Durante a fermentação ocorrem modificações acentuadas no interior da semente, que provocam não só a formação de compostos precursores do «*flavour*», desenvolvidos durante a torra, como também provocam a formação de compostos voláteis e não voláteis, que são de grande importância nas características finais do «*flavour*» das sementes torradas.

A secagem envolve a desidratação do produto, transformando alguns compostos e libertando outros mais voláteis, que possuem consideráveis consequências nas características do «*flavour*» das sementes (Almeida, 2003).

2.2.1 Evolução das propriedades organoléticas dos grãos de cacau

As tão apreciadas propriedades organoléticas do chocolate, são como já referido anteriormente influenciadas pela qualidade da matéria-prima que, por sua vez, é resultante da origem das vagens de cacau, loteação e ajuda das práticas de pós-colheita, que incluem etapas de fermentação, secagem, torrefação, moagem e refinação das quais resultam o licor de cacau, cacau em pó e manteiga de cacau.

Embora a exportação do cacau comercial seja frequente, para que este seja processado nos países desenvolvidos, a primeira fase da indústria pode ser realizada nos próprios países produtores de cacau, conferindo ao produto um valor acrescentado ao exportar.

Após estas etapas, o cacau comercial é transformado dando origem: à pasta de cacau ou licor de cacau, manteiga de cacau e cacau em pó.

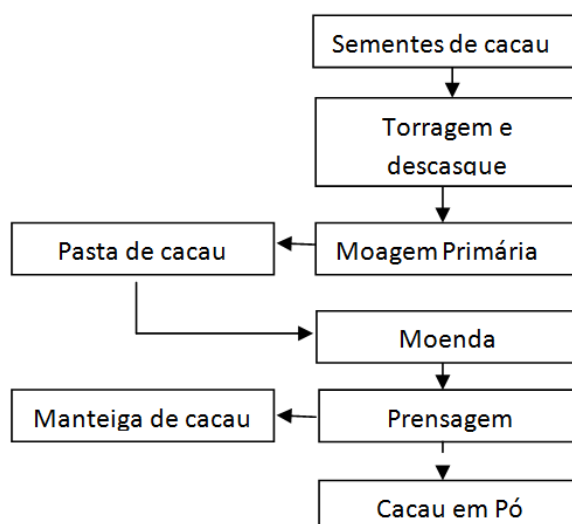


Figura 1 - Fluxograma das etapas de fabrico do licor de cacau, manteiga de cacau e cacau em pó (Cook, 1984)

Pasta de cacau

A pasta de cacau pode ser comercializada para uso no fabrico de chocolate ou então é sujeita a um processo de prensagem para obtenção da manteiga de cacau. (Bachrun, 2005).

Alguns fabricantes produzem dois tipos de pasta de cacau: um destina-se ao fabrico de chocolate e o outro tipo destina-se ao fabrico de manteiga de cacau. Todos os tipos de pasta de cacau/licor de cacau diferem na mistura da semente, finura, teor de gordura, condições microbiológicas, entre outras.

Na produção de chocolate na Europa, muitos fabricantes preferem sementes de cacau provenientes do Gana e Nigéria, devido ao seu «*flavour*». Para chocolate de qualidade superior também se utilizam sementes de cacau provenientes da América do Sul e Oeste da Índia. No entanto a pasta de cacau, seja para qual for o fim a que se destina, necessita de ser controlada

relativamente a aspetos bacteriológicos. O cacau em pó não só necessita de cumprir com este requisito, mas também tem que estar livre de esporos termorresistentes. Estes têm que ser destruídos na fase de aquecimento da massa, uma vez que o uso posterior de temperaturas elevadas durante o processo poderia dar lugar ao desenvolvimento de «*flavour*» indesejável.

As características espetáveis da pasta de cacau e a sua manutenção ao longo do processo não se alcançam usando apenas uma variedade de sementes de cacau, tendo em conta a variabilidade natural que existe. São necessários diferentes tipos e lotes de sementes de cacau, de qualidade reconhecida, em stock, para se fazer as misturas apropriadas. Este tipo de procedimento é comum nas grandes indústrias de produção de pasta de cacau e é uma das razões pela qual pequenos fabricantes de chocolates comprem massa de cacau (licor de cacau) a operadores de grande escala. Aqui o licor de cacau pode ser personalizado para cada cliente. Cerca de 30% da cultura mundial das sementes de cacau é convertida em massa de cacau, no país onde é cultivado (Beckett, 1994).

A massa de cacau que é usada atualmente na indústria é obtida do cacau granulado alcalinizado. O processo de alcalinização foi desenvolvido no século XIX na Holanda, e por esta razão é muitas vezes denominado por «processo *Dutching*».

O cacau granulado é tratado numa solução alcalina. Deste processo resulta um cacau de cor mais escura e de sabor mais suave. Este sabor característico mais suave resulta principalmente da neutralização da ligeira acidez das sementes de cacau fermentadas.

No processo de crescimento, fermentação, secagem, torrefação seguido da alcalinização da semente de cacau, os seus compostos oxidam, polimerizam e reagem com outros constituintes do cacau, resultando, não só, numa cor mais escura mas também, em várias tonalidades dependendo das condições de reação. O processo de alcalinização exige muita experiência e habilidade, de forma a obter-se um produto final com uma cor e tonalidade constante. O processo consiste na adição de uma solução alcalina, geralmente, de carbonato de potássio ou cloreto de potássio ao cacau.

No entanto, a presença de manteiga de cacau no granulado pode provocar danos ligeiros ao teor de gordura (saponificação, inter-esterificação). A quantidade de solução alcalina usada é limitada de acordo com a respetiva legislação alimentar, sendo expressa em limites para o teor de alcalinidade da cinza. Embora o pH do cacau em pó não seja muito acima de 8.0, mesmo após o uso da quantidade máxima de cloreto de potássio, pode ocorrer uma ligeira suavização do «*flavour*».

A alcalinização não é indispensável, mas se forem usadas sementes de cacau muito ácidas, uma ligeira alcalinização pode melhorar o «*flavour*» (Beckett, 1994).

Cacau em pó

O cacau em pó pode ser feito a partir da massa de cacau, preparada a partir de grãos de cacau que foram apenas torrados, ou seja, não originados a partir de cacau alcalinizado, neste caso o processo é denominado de cacau em pó natural.

No entanto para se providenciar uma cor atrativa e boas propriedades de suspensão no leite, o cacau em pó é usualmente feito a partir de massa de cacau alcalinizada. Para que se possa produzir um produto em pó a partir da massa de cacau com elevado teor de gordura, é necessário que esta seja parcialmente desengordurada, tal como acontece com a manteiga de cacau extraída.

Devido à extensa gama de cores, o cacau em pó torna-se um dos ingredientes mais procurados, para ser usado de várias formas na indústria alimentar, como por exemplo: produção de compostos de revestimento, compostos de enchimento, misturas para bolos, pó para bebidas, entre outras aplicações.

O cacau em pó ainda é vendido em embalagens de pequenas quantidades por retalhistas, diretamente ao consumidor, para uso doméstico.

O leite achocolatado hoje em dia é feito instantaneamente a partir de cacau em pó. De uma forma geral trata-se de um aglomerado de açúcar com lecitina e cacau em pó. A lecitina é adicionada ao cacau promovendo uma ligação completa destes dois componentes à gordura.

Outro tipo especial de cacau em pó é o cacau estabilizado, usado para a produção industrial de leite achocolatado esterilizado ou pasteurizado. Contém cerca de 2% de carragenato e é um sacarídeo polimérico, derivado de algas, que previne o cacau de sedimentar no fundo da embalagem (Beckett, 1994).

Manteiga de cacau

A manteiga de cacau é uma gordura com características especiais: sólida à temperatura ambiente, no entanto funde à temperatura corporal ($\pm 37^{\circ}\text{C}$). Este gradiente de temperatura, leva a que esta gordura seja utilizada também na indústria cosmética e farmacêutica (Bachrun, 2005).

O ponto de fusão é uma das características particulares da manteiga de cacau. As propriedades desta gordura derivam da sua estrutura de ácidos gordos, o seu arranjo nos triglicerídeos e a proporção relativa destes. Sendo que cerca de 80% destes triglicerídeos são oleicos monoinsaturados, principalmente o oleicopalmíticoesteárico (POE), oleicodiesteárico (EOE) e o oleicodipalmítico (POP).

Na cristalização, o arranjo dos triglicerídeos confere à manteiga de cacau um forte polimorfismo, isto é, existem vários arranjos dos cristais de gordura que resultam em sólidos com diferentes características (graus de dureza, brilho, ponto de fusão, etc).

É necessário que a manteiga de cacau no chocolate cristalize na forma V, de forma a garantir a qualidade do produto final.

Quando o chocolate envelhece ou é sujeito a cristalizações não controladas, formam-se manchas esbranquiçadas à superfície, este efeito é mais conhecido como efeito “flor” que consiste basicamente na passagem da manteiga de cacau para a forma VI.

A manteiga de cacau possui uma miscibilidade limitada para com outras gorduras de composição em triglicerídeos diferente (Bachrun, 2005).

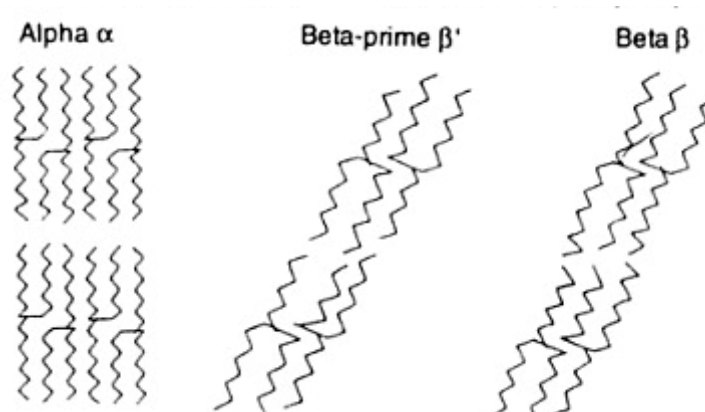


Figura 2 - Esquema das estruturas polimórficas dos triglicerídeos da manteiga de cacau

Tabela 1 - Polimorfismo da Manteiga de Cacau (Afoakwa et al., 2007)

Forma Polimórfica	Ponto de Fusão (°C)	Nomenclatura Sistemática
I	17.3	Beta' ⁻³
II	23.3	Alfa ⁻²
III	25.5	Beta'2 ⁻²
IV	27.5	Beta'1 ⁻²
V	33.8	Beta2 ⁻³
VI	36.2	Beta1 ⁻³

A gordura da semente de cacau pode ser extraída de diversas formas, dando assim várias qualidades diferentes de manteiga de cacau. Após a sua extração são levadas a cabo inúmeros tratamentos, dentro das condições impostas pela legislação alimentar, que por sua vez se baseia nas normas do *Codex Alimentarius para Produtos de Cacau e de Chocolate* (CodexStan 86-1981).

A melhor qualidade de manteiga pura é extraída do cacau granulado sem casca, por métodos de pressão horizontal (Beckett, 1994).

2.3 Produção de chocolate

Após a colheita, fermentação e secagem solar dos grãos de cacau, estes são limpos via magnética, para se proceder à remoção de contaminantes metálicos e eliminação de pedras. De seguida os grãos são submetidos a uma torrefação, depois disso procede-se ao processo de remoção da

casca da semente de cacau. São usadas as placas de impacto juntamente com as peneiras vibratórias para completar este processo. As pontas de cacau são então trituradas, utilizando-se uma variedade de moinhos. O licor de chocolate resultante é então misturado com açúcar, manteiga de cacau extra, ingredientes sólidos lácteos, agentes emulsionantes e sabores. O chocolate final deve conter cerca de 30% de gordura, 20% de cacau em pó e 50% de açúcar (se for pretendido obter-se chocolate branco então substitui-se os sólidos de cacau por leite em pó integral, ou algo semelhante, que apresente gordura de leite e sólidos de leite sem gordura no chocolate).

O chocolate pode ser descrito como uma suspensão de partículas não gordas (açúcar, cacau e eventualmente partículas de leite em pó), dispersas em manteiga de cacau numa fase contínua. O sabor característico do chocolate é desenvolvido em várias etapas de processamento, durante as quais os componentes são misturados, refinados e submetidos à conchagem para atingirem as propriedades reológicas desejadas. A conchagem otimiza o desenvolvimento do sabor e aroma da massa de chocolate.

Através da mistura de corte e mistura longitudinal, os sabores ácidos e a humidade da massa de cacau são reduzidas. Ao entrar na fase de conchagem, nem todas as partículas de açúcar e cacau são revestidas com manteiga de cacau. A gordura no chocolate é libertada da massa de chocolate aglomerada e espalha-se de forma a cobrir estas partículas, para que estas possam fluir facilmente. A viscosidade da massa de chocolate final deve ser considerada a ideal, de forma a prosseguir para a etapa de temperagem (Goncalves & Lannes, 2010).

2.3.1 Fermentação

Fermentação é uma etapa complexa e natural dos grãos de cacau e da polpa mucilaginosa circundante, obtida a partir das vagens de cacau. Após vários dias de fermentação, a polpa açucarada é degradada e vai desaparecendo, havendo uma remoção eficaz da polpa do grão.

Inicialmente pensava-se que o objetivo da fermentação era simplesmente o processo de degradação da polpa, no entanto hoje em dia é reconhecido como uma etapa fundamental para o desenvolvimento do sabor desejado. (Cruz, 2002; Afoakwa, 2010).

Enzimas como a invertase e as proteinases produzem glicose, frutose, aminoácidos e péptidos que são importantes para a produção posterior do sabor de chocolate. Durante a fase de fermentação aeróbia, as oxidases polifenólicas provocam alterações na cor inicial e reduzem a adstringência e amargor, quando combinados com aminoácidos. O crescimento de fungos indesejáveis pode causar variações nos compostos de aroma normalmente presentes.

2.3.2 Secagem

A secagem dos grãos por aquecimento mecânico reduz a humidade e inibe o crescimento de fungos nos grãos, o que é extremamente importante durante a fase de transporte dos grãos até aos fabricantes de chocolate. Nesta etapa, os equipamentos de secagem não devem funcionar com geração de calor por combustão de materiais que possam adicionar aromas (de fumo) indesejáveis aos grãos de cacau. Deve ser evitado, por exemplo, o recurso à queima de madeiras para produção de ar quente (Cruz, 2002).

2.3.3 Torrefacção

Após o teste de controlo da qualidade em relação ao grau de fermentação, os grãos são limpos e preparados para a torra. Os aminoácidos e monossacarídeos (precursores de aroma) produzidos durante a fermentação dão origem a cores e aromas característicos (Beckett, 1994). O primeiro passo da reação de Maillard ou escurecimento enzimático progride através da interação destes dois grupos, produzindo assim o sabor de chocolate característico. As misturas aquecidas de glicose e leucina, treonina ou glutamina a 100 °C produzem os odores característicos do chocolate. A 180 °C, a valina e a glucose produzem um intenso odor a chocolate.

As reações envolvidas durante a torrefacção dos grãos de cacau são consideravelmente mais complexas. O escurecimento enzimático (reação de Maillard) embora ocorra durante a torrefacção, pode ocorrer ainda em pequena parte durante uma fermentação tardia e posterior secagem.

A torrefacção consiste em sujeitar os grãos de cacau a 110-220 °C durante aproximadamente 40 minutos, dependendo do tipo de grão. É na torrefacção que se desenvolve a cor e o sabor, como referido anteriormente. Durante esta etapa a casca do grão solta-se, reduzindo ainda mais a humidade (Lopes e tal, 2003; Efraim, 2004).

Este processo é descrito como longo, a baixas temperaturas ou rápido e a elevadas temperaturas, sendo que o processo escolhido vai, também, ser determinante no produto final.

Durante a torrefacção, as reações de Maillard são responsáveis pelo desenvolvimento do aroma e cor característicos do chocolate. Este processo complexo de múltiplas etapas é levado a cabo em três fases: inicial, intermédia e final (Beckett, 1994).

A fase inicial é parcialmente reversível e produz compostos que irão reagir mais tarde, formando compostos de “adição”. A formação da cor e desenvolvimento do sabor característico ocorre maioritariamente durante a fase intermédia, quando os compostos de adição reagem de forma irreversível. Na fase final, formam-se compostos de moléculas grandes, altura em que se visualiza a cor de marrom acentuada. A adição de aminoácidos e açúcares, que substituem os amino-carbonilos promovem, ainda, a produção de vários compostos aromáticos.

2.3.4 Moagem e refinação

Depois da torrefacção, o cacau é facilmente partido em partículas grandes, chamado de cacau granulado. A moagem dos grânulos de cacau e posterior refinação, reduz sequencialmente as partículas dos grãos e outros ingredientes para o produto final, chocolate. O tamanho mínimo detetado pela língua é de 20-30µm. O controlo do tamanho das partículas é difícil, no entanto necessário, de forma a permitir uma sensação do derretimento suave da manteiga de cacau na boca sem se sentir as partículas. Uma vez que a moagem produz calor, o escurecimento enzimático (reação de Maillard) pode continuar a ocorrer durante este processo, apesar dos compostos desta reação já não se encontrarem disponíveis, o caso dos açúcares.

2.4 Produção do chocolate

Só através da adição da manteiga de cacau, subproduto do cacau em pó, é que é tecnicamente possível produzir o chocolate moldável, tal como atualmente é conhecido. Sem adição da

manteiga de cacau o produto permanece áspero, menos moldável, intrinsecamente amargo, necessitando os grãos de cacau (ou licor de cacau) de adoçante, normalmente sacarose (exceto para pessoas diabéticas).

Adição de baunilha natural ou vanilina artificial ajuda a completar o sabor do chocolate. Para o chocolate de leite adiciona-se leite na forma líquida, em pasta ou em pó (com as devidas modificações de processamento adicionais), reduzindo-se a humidade de forma a cumprir com os requisitos legais. As variáveis de processamento para produtos lácteos, aquecimento e tratamento enzimático, determinam se o produto final terá um sabor claramente perceptível ao leite em pó, leite caramelizado ou outro tipo de sabor de leite. Todos os componentes adicionados devem ter qualidade, de forma a prevenir aromas e sabores indesejáveis.

2.4.1 Processo de fabrico do chocolate

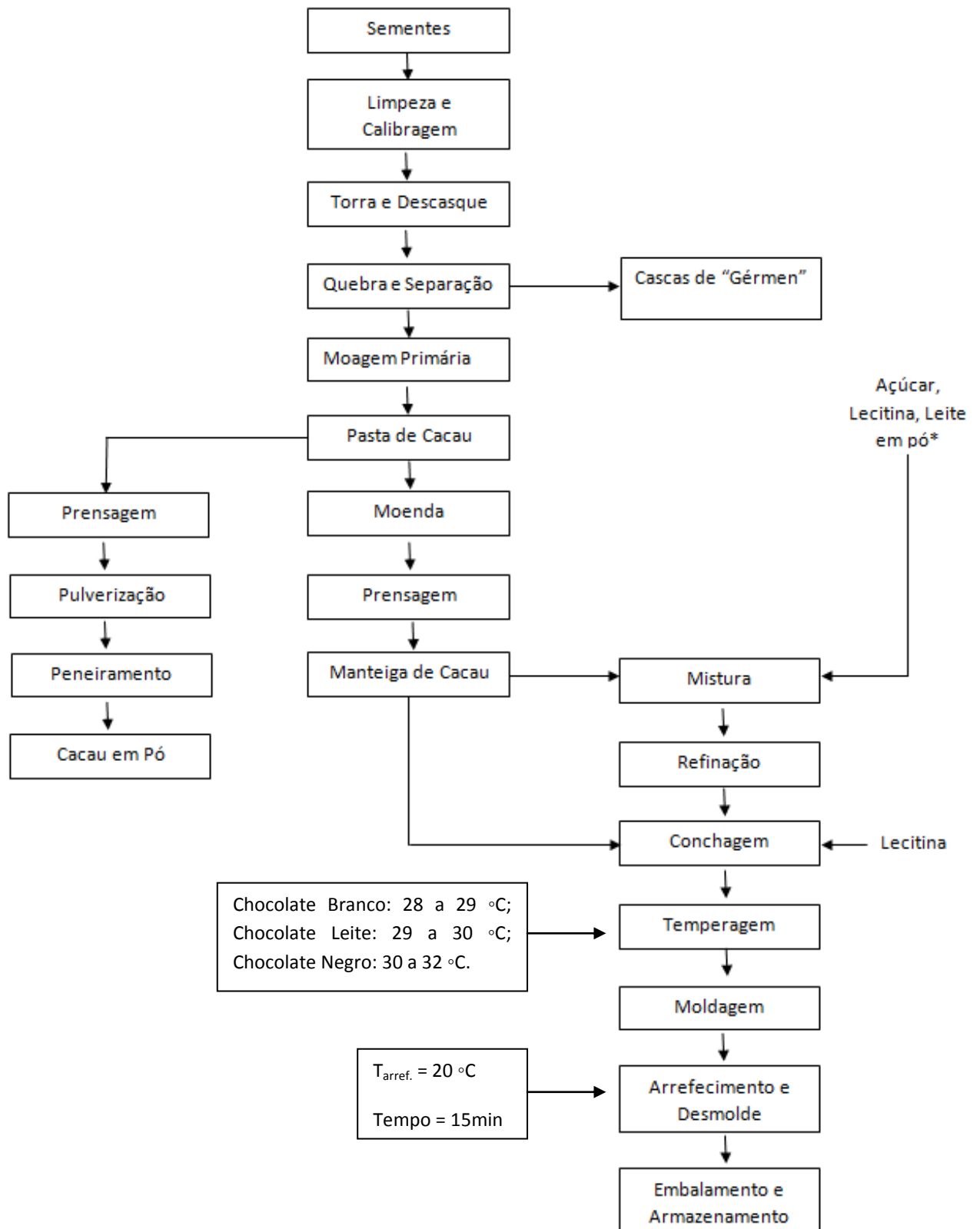


Figura 3 - Fluxograma do processo produtivo do chocolate (Beckett, 1994; Keijbets, Chen, & Vieira, 2010; Afoakwa et al., 2007)

Na figura 3 apresenta-se o fluxograma geral do processamento do chocolate, desde a obtenção da matéria-prima (vagem de cacau).

As etapas de conchagem e temperagem são de extrema importância na determinação da qualidade final do chocolate (em barra ou bombom). No entanto as condições de embalagem e armazenamento são também importantes na manutenção das propriedades organoléticas, sobretudo aromas e aparência. Tal como a seguir se explica.

2.4.2 Conchagem

Tradicionalmente o chocolate é processado por conchagem, o que envolve um movimento cilíndrico e a mistura das matérias-primas num equipamento com a forma de concha. Este processo de elevada energia, pode exigir vários dias até se atingir características de sabor desejável e outras propriedades, tal como a sensação de suavidade na boca. O chocolate que passa pelo processo de conchagem é descrito como sendo mais suave e menos amargo em relação aos chocolates que não são submetidos a este processo.

As alterações químicas que dão origem a determinado sabor explicam-se da seguinte forma:

- I. Os ácidos gordos voláteis diminuem no produto que é submetido à conchagem;
- II. O ácido acético que se encontra visivelmente presente no início do processo contribui com mais de 95% de ácidos gordos voláteis.
- III. O total de carbonilas não demonstram qualquer tipo de alteração significativa durante o processamento, apesar dos pontos de ebulição dos aldeídos serem 100 °C mais baixos que o dos ácidos.
- IV. Os fenóis também diminuem durante o processamento.

Estes últimos, e outros quando em elevadas concentrações, são responsáveis por cheiros indesejáveis a fumo. As reações entre fenóis e proteínas reduzem a adstringência durante o processamento, que normalmente está associada aos fenóis.

Antes do uso de refinarias, a conchagem realizava a redução do tamanho de partículas e até um alisamento dos cristais de açúcar, no entanto isto já não se verifica. As partículas são revestidas com manteiga de cacau, o que reduz o amargor da perceção das partículas dos grãos de cacau torrados. A adição de lecitina reduz a tensão da superfície, permitindo que a manteiga de cacau faça o revestimento mais facilmente.

Efeito da conchagem na aceitabilidade do chocolate pelo consumidor

A preferência do consumidor é crucial para determinar se o produto terá sucesso no mercado, o mesmo acontece com o chocolate. O chocolate é consumido mais como uma indulgência do que propriamente uma necessidade, por isso, é importante saber quais os atributos e parâmetros mais procurados e que vão de encontro ao gosto do consumidor.

A conchagem é uma etapa do processamento do fabrico de chocolate que envolve a volatilização de ácidos gordos e aldeídos, assim como o desenvolvimento de uma textura suave. A volatilização reduz a amargura do chocolate e desenvolve o sabor típico do chocolate. As partículas sólidas, tais

como o açúcar, cacau em pó e leite em pó são revestidas em gordura, dissociados por atrito tornando-se numa pasta homogênea.

O revestimento das partículas de gordura promove uma textura mais suave e um efeito quebradiço típico e desejado no chocolate.

A sacarose é adicionada para promover a doçura ao chocolate, no entanto esta também é afetada por outros sabores. O aumento do nível de sacarose provoca uma redução dos níveis de amargura.

A lecitina é um emulsionante que é geralmente adicionado ao chocolate. Acrescenta-se cerca de 0,5% para reduzir a viscosidade durante o processamento, aumentando a eficiência da conchagem. A adição de lecitina reduz a quantidade de manteiga de cacau necessária para atingir a textura desejada, contribuindo para a redução dos custos da produção.

A adição de 0,3% de lecitina reduz a viscosidade do chocolate, mas por sua vez aumenta a tolerância da humidade. No entanto, o excesso de lecitina provoca sabores secundários e aumenta a viscosidade do chocolate. Acima dos 0,5% de lecitina, o valor de rendimento do chocolate, tal como a viscosidade aumentam.

2.4.3 Temperagem

A temperagem tem como objetivo realizar a cristalização máxima ao ponto de fusão alto dos cristais β (temperatura de fusão é na faixa dos 30-35 °C). Caso contrário a aparência brilhante desejável pode não se vir a concretizar, podendo talvez esta transformar-se mais em cinza ou em grânulos (Hoskin, 1994).

Um defeito visual que se pode desenvolver ao longo do tempo à superfície do chocolate é chamado de “efeito *flor*”, resulta da fusão e recristalização da manteiga de cacau. Existem seis formas polimórficas ($\gamma, \alpha, \beta'', \beta', \beta$) de cristais de manteiga de cacau, cada um com uma gama de fusão diferente.

A manteiga de cacau é sólida à temperatura ambiente, e líquida na boca (temperatura corporal), o que propicia a libertação máxima do sabor de chocolate durante o seu consumo.

O leite em pó adicionado confere um sabor leitoso e caramelizado ao chocolate. O sabor de caramelo no chocolate (produtos lácteos) resulta da caramelização dos açúcares e degradação da caseína do leite.

A adição de gordura do leite reduz a dureza do chocolate, uma vez que dilui a manteiga de cacau, aumentando assim a fase líquida. Tanto a avaliação instrumental como sensorial relativa à dureza do chocolate diminui com o aumento do teor de gordura do leite (Prawira & Barringer, 2009).

A manteiga de cacau é adicionada para dar textura suave ao chocolate. O aumento do teor de gordura está relacionado com uma melhor sensação na boca, nomeadamente na aceleração da ação de dissolução do chocolate, provocando uma sensação mais suave na boca.

Outras gorduras vegetais

Face ao elevado preço da manteiga de cacau há uma procura crescente de gorduras substitutas ou que se possam adicionar à manteiga de cacau. Por lei estas gorduras têm de ser de origem vegetal. As gorduras vegetais utilizadas como substitutas da manteiga de cacau, podem ser classificadas em três tipos, de acordo com a sua composição química e utilização:

Substituto da manteiga de cacau: gorduras não láuricas, obtidas pela hidrogenação parcial e fracionamento dos óleos de soja, sementes de algodão e oleína de palma. Possui características físicas semelhantes à manteiga de cacau, no entanto diferem desta quanto à sua composição química. Esta diferença química, faz com que a miscibilidade destas gorduras com a manteiga de cacau seja limitada (até apenas 20% de manteiga de cacau). O produto final resultante não exige temperagem, no entanto é ligeiramente mais mole do que o chocolate.

Equivalentes de manteiga de cacau: gorduras são obtidas por fracionamento e inter-esterificação enzimática de diversas gorduras vegetais, tais como óleos de palma, *shea*, *illipe*, manga e girassol. São gorduras vegetais de características químicas e físicas semelhantes à manteiga de cacau, sendo por isso miscíveis com esta, independentemente das proporções utilizadas. Assim como a manteiga de cacau, também estas gorduras exigem temperagem.

Sucedâneo de manteiga de cacau: gorduras láuricas, obtidas por hidrogenação, fracionamento e inter-esterificação dos óleos de côco. São gorduras de compatibilidade reduzida com a manteiga de cacau (aproximadamente 5%). O produto final não necessita de temperagem, sendo bastante resistente ao efeito “*flor*”. No entanto, a maneira como este se derrete na boca difere bastante do chocolate.

A legislação europeia obriga a que os produtos de cacau confeccionados com diferentes substituintes da manteiga de cacau, sejam rotulados e comercializados como “sucedâneos” e não como “chocolates” (Bachrun, 2005).

Efeito “flor” no chocolate

Cristalização da gordura no chocolate é um processo complexo induzido pela temperagem (pré-cristalização), durante o fabrico. O processo promove a cristalização de trigliceróis, na manteiga de cacau para efetuar a formação de um grande número de pequenos cristais do polimorfo βV (2% a 3% do teor inicial), que funcionam como sementes para um maior crescimento de cristal. A maior parte dos trigliceróis depositam-se sobre as sementes durante o arrefecimento, formando cristais e eventualmente uma rede de cristais de gordura interligada. A organização da rede de cristais e o estado polimórfico dos cristais de trigliceróis, como são afetados pelas condições de cristalização, são os principais fatores que determinam a microestrutura, propriedades reológicas e texturais, cuja estabilidade depende das condições de temperagem durante a pré-cristalização.

O efeito «*flor*» nos produtos de chocolate constitui um defeito na qualidade do chocolate. Este fenómeno físico manifesta-se pelo aparecimento de uma névoa esbranquiçada na superfície do chocolate devido à recristalização da manteiga de cacau quando o chocolate é sujeito a uma

extensa temperagem ou é exposto a temperaturas elevadas durante o armazenamento e/ou distribuição, alterando a sua suave aparência, cor e brilho. Vários estudos têm atribuído este efeito à migração da gordura, induzida principalmente pela insuficiente formação da rede polimórfica estável da manteiga de cacau durante a temperagem, havendo uma transição da forma cristalina polimórfica V a VI durante o armazenamento prolongado dos produtos.

Muitas hipóteses e mecanismos têm sido publicados para explicar a cinética da migração de gordura em diferentes chocolates e produtos de confeitaria, a maioria dos quais têm sido atribuídas à difusão e ascensão capilar, devido à natureza da estrutura das partículas de chocolate, o que explica que a força matriz líquida, mais recentemente a difusão tem sido atribuída a um gradiente de concentração dentro dos trigliceróis.

Para melhorar a compreensão do mecanismo de desenvolvimento do efeito «*flor*» no chocolate, é importante avaliar as relações entre a estrutura e aparência que conduzem à formação e desenvolvimento deste defeito durante o manuseamento e armazenamento do pós-processamento (Afoakwa, Paterson, Fowler, & Vieira, 2009).

Cristalização dos lípidos

A manteiga de cacau tem seis formas polimórficas (I-VI), tal como já referido, sendo que as principais são α , β e β' . As formas V a β constituem a forma mais desejável para os chocolates bem temperados, pois dão uma aparência mais brilhante e boa resistência ao «efeito *flor*».

Se o chocolate é sujeito a uma fraca etapa de temperagem, resulta na passagem da forma β para a forma VI, que rapidamente se transforma na forma V. Influenciando a cor, porque a luz refletida fica desorientada pelo crescimento instável e desorganizado de cristais.

O chocolate que não é submetido à temperagem é macio, no entanto, apresenta problemas na fase de desmoldagem. No cacau, as formas V e VI são as formas mais estáveis. A forma VI é mais difícil de gerar, no entanto se esta se desenvolver durante o período de armazenamento prolongado do chocolate temperado, está normalmente associado à formação do efeito «*flor*» (Afoakwa, Paterson, & Fowler, 2007).

Além disso a forma VI possui uma temperatura de fusão elevada (36 °C) e os seus cristais são grandes, tornando-se arenosos na boca. A forma I é instável, sendo que o seu ponto de fusão ronda os 17 °C, este é rapidamente convertido na forma II, que se transforma mais lentamente em III e IV.

As formas de triglicerídeos polimórficos diferem na distância entre as cadeias de ácidos gordos, nos ângulos de inclinação em relação ao plano de grupo metil da cadeia e à forma em que os triglicerídeos se agrupam para cristalizar.

A forma polimórfica é determinada pelas condições de processamento. Ácidos gordos cristalizam-se numa forma dupla ou em cadeia tripla, dependendo da composição e posição de distribuição dos triglicerídeos. A forma IV cristaliza em cadeia dupla, a forma V cristaliza num sistema de cadeia tripla, permitindo uma maior estabilidade termodinâmica na embalagem.

Formas polimórficas instáveis (II e III) provocam um ponto de fusão mais elevado às formas estáveis. Estas modificações podem ser observadas a nível superficial, em termos de aparência do chocolate, em que há formação do efeito “*flor*”.

Para o chocolate estar numa forma polimórfica adequada, a temperagem é uma etapa crucial, pois influencia as características finais da qualidade, tais como a cor, dureza, o manuseamento, revestimento e tempo de vida útil.

A temperagem envolve a pré-cristalização de uma pequena proporção de triglicerídeos, com cristais que formam núcleos (1-3% total), para que os lípidos restantes possam adotar uma forma correta. A temperagem engloba quatro passos fundamentais (figura 4):

- Fusão do chocolate (a 50 °C);
- Arrefecimento até ao ponto de cristalização (a 32 °C);
- Cristalização (a 27 °C);
- Conversão de todos os cristais instáveis (29-31 °C).

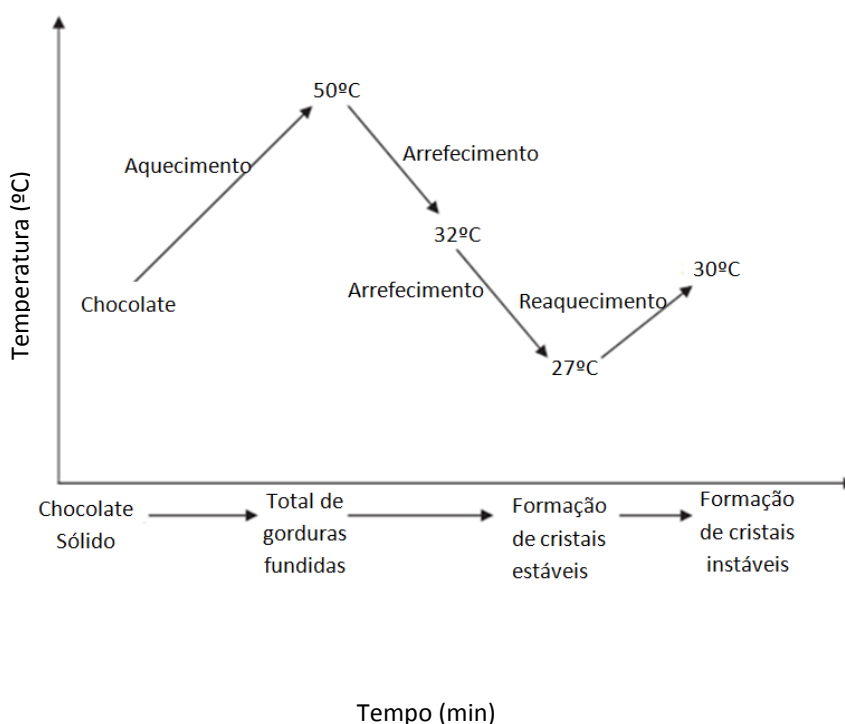


Figura 4 - Temperagem e o processo de cristalização lipídica no chocolate (Afoakwa et al., 2007)

Originalmente, a temperagem era feita manualmente, técnica que ainda hoje é usada pelas pequenas *chocolatiers* que têm processos tradicionais implementados para produção de pequena escala. Atualmente a indústria recorre a equipamentos de temperagem que trabalham em contínuo e com controlo de temperaturas de forma automática. Este equipamento consiste em vários permutadores de calor, por onde o chocolate passa. A combinação tempo-temperatura é de extrema importância na conceção do processo. A temperagem contínua no chocolate derretido é normalmente realizada ao 45 °C, uma vez atingindo, esta temperatura é seguida do arrefecimento suave até iniciar o crescimento dos cristais.

Durante a temperagem as temperaturas são controladas e a agitação propicia o aumento das taxas de nucleação. Com o aumento da viscosidade, o chocolate é reaquecido numa terceira fase, para evitar a solidificação. Por fim, os cristais são amadurecidos.

O chocolate também pode ser temperado através do uso de alta pressão, em que o chocolate derretido é comprimido a 150lbar. Isto aumenta a fusão de chocolate e faz com que este solidifique dando origem a cristais sólidos de todas as formas polimórficas. Quando a pressão é restabelecida, as formas polimórficas mais pequenas derretem deixando para trás o chocolate temperado.

Um chocolate adequadamente temperado tem as seguintes características: boa forma, cor, brilho, contração do molde, melhor controlo do peso, produto mais duro e estável, mais resistente ao calor e tem uma vida útil mais prolongada. As condições de temperagem do chocolate de leite diferem ligeiramente do chocolate negro, devido à influência das moléculas de gordura do leite na formação da estrutura do cristal.

O chocolate de leite contém uma proporção de gordura que provoca um efeito eutético, que evita a formação do efeito «*flor*», resultando num ponto de fusão mais baixo, no amolecimento da textura e na redução da temperatura de obtenção de cristais de semente para o processo de temperagem (cerca de 29.4 °C, em comparação com os 34.5 °C, para chocolate puro) (Afoakwa et al., 2007).

2.4.4 Moldagem

Após a temperagem, a massa de chocolate líquida é colocada em moldes, a uma temperatura entre os 30 e os 40°C. Os moldes podem ser metálicos, de plástico ou silicone, devendo estar previamente aquecidos, antes de ser colocado o chocolate líquido, para que não ocorra um arrefecimento drástico da massa ao contactar com o molde. Este aquecimento deve ser uniforme de modo a evitar pontos quentes e frios localizados. A temperatura a que são aquecidos os moldes deve ser próxima da do chocolate temperado.

Após o depósito de chocolate nos moldes, estes sofrem uma ação de vibração que assegura a distribuição uniforme do chocolate, removendo as bolhas de ar da base, que entretanto ficaram aprisionadas na massa do chocolate.

A solidificação do chocolate e a sua desmoldagem realiza-se com a ajuda de uma refrigeração artificial, sendo o chocolate de leite refrigerado a temperaturas mais baixas do que o escuro. A refrigeração do chocolate é realizada até que se atinja uma temperatura no seu interior de aproximadamente de 7 °C (Minifie, 2014).

2.4.5 Zona de embalagem e Armazenagem

Após a desmolde, o chocolate segue para a zona de embalagem. Os produtos de chocolate devem ser guardados em locais bem ventilados, longe de odores estranhos, onde a temperatura do ar e a humidade relativa tenham valores iguais ou próximos da zona de embalagem (18-20 °C e um máximo de 50%, respetivamente) (Beckett, 1994).

2.5 Bombom de chocolate

O bombom é um produto constituído por massa de chocolate ou por um núcleo formado de recheios diversos, elaborados com frutas, pedaços de frutas, sementes oleaginosas, açúcar, leite, manteiga, cacau, licores e outras substâncias alimentícias, recobertos por uma camada de chocolate ou glacê.

Na fabricação dos bombons moldados recheados, existe a necessidade de uma etapa de formação da chamada “casca” de chocolate. Nesta etapa, os moldes são completamente preenchidos de chocolate, vibrados para extrair bolhas de ar e invertidos para retirada do excesso de chocolate.

Os ingredientes utilizados na formulação de recheios de bombons apresentam funcionalidades variadas, cujo conhecimento é de grande importância para quem os formula (Marissol & Suzana Caetano Da Silva, 2007).

2.5.1 Recheio

Podem ser utilizados diversos tipos de recheios na confeção de bombons, tais como: licores, cremes, fondants, geleias e frutas secas misturadas com a massa do chocolate (Daris e tal., 2004).

Quando se utiliza um recheio com gordura, o chocolate e o recheio tendem a atingir o equilíbrio químico e os seus componentes de gordura tendem a tornar-se homogêneos (Timms, 2002).

Assim sendo, a utilização de substâncias lipídicas na produção de recheios para bombos deve ser realizada de maneira a que a integridade do chocolate não seja afetada. Um dos maiores problemas reside no uso de gorduras hidrogenadas nos recheios, uma vez que este tipo de gordura não é compatível com a manteiga de cacau, acaba por migrar para o exterior do chocolate (Ali et al., 2001).

Devem ser considerados diversos critérios na escolha do tipo de gordura utilizada com recheio para os bombons, tais como, fusão, firmeza, adesividade, tamanho dos cristais, velocidade de solidificação, velocidade de libertação de aromas, estabilidade à temperatura desejada, miscibilidade com outros componentes do recheio, habilidade de aeração e estabilidade dos aromas.

Uso de gorduras nos recheios de bombons garante a cremosidade do recheio e pode ser correlacionado com a avaliação dos consumidores relativamente à dureza do mesmo.

Os recheios à base de frutas são dos mais utilizados na indústria chocolateira (Lannes&Gioielli, 1998).

2.6 Geleias e compotas

As geleias, doces, marmeladas são produtos que são estáveis porque são ricos em sólidos (açúcar) e em ácidos. Um substrato alimentar concentrado a 65 % ou mais de sólidos solúveis (açúcar) e que contém ácido substancial pode ser preservado com um pequeno tratamento térmico, desde que o produto alimentar seja protegido do ar. Os elevados teores de sólidos das frutas e a pectina “ligam-se” à humidade e diminuem a atividade da água para níveis onde apenas bolores possam crescer. A selagem hermética protege o produto de perda de humidade, crescimento de bolores e da oxidação.

A geleia é definida como o alimento semi-sólido feito a partir de menos de 45 partes por peso de sumo da fruta para cada 55 partes, em peso, de açúcar. Esta mistura concentrada contém pelo menos 65% de sólidos solúveis. A pectina e o ácido podem ser adicionados para ultrapassar as alterações que ocorrem na própria fruta. Também podem ser adicionados agentes aromatizantes e corantes.

A compota é semelhante à geleia, excetuando o facto de a fruta esmagada ser o ingrediente usado, em vez do sumo de fruta. Requer-se que as compotas contenham até 68% sólidos para que atinjam as qualidades desejadas. A compota é feita a partir de pelo menos 45 partes de fruta, para cada 55 partes de açúcar.

2.6.1 Produção das geleias e compotas

São necessárias quatro substâncias para a produção de geleias e compotas de frutas: pectina, ácido, açúcar e água.

Uma produção bem sucedida de geleias requer a combinação destes componentes dentro dos limites alimentares legais. A continuidade da estrutura de gel é determinada pela concentração da pectina, que pode variar entre 0,5% e 1,5% em peso, dependendo do tipo de pectina utilizada.

A pectina utilizada é pectina pura, o mesmo tipo que é fornecido para a produção de gelatina comercial. A rigidez do gel é definida pela concentração de açúcar e da acidez. A maioria das pectinas forma um gel fraco com uma percentagem de sólidos solúveis de 63%-64%. O gel ótimo irá formar-se entre 65% e os 68% de sólidos solúveis.

Obtém-se um gel rígido quando o nível de sólidos solúveis ultrapassa os 70%. Os géis ideais encontram-se na gama de pH de 3,1 a 3,3. Um pH superior a 3,5 resulta muitas vezes na formação de géis fracos, enquanto que um pH abaixo de 3,0 produz géis rígidos (Smith, 2006).

2.7 Queijo

O queijo fundido é um produto lácteo resultante da combinação, aquecimento e mistura de vários tipos de queijo natural com agentes emulsionantes apropriados, de forma a tornar-se numa massa homogênea, que é arrefecida ao ar. Durante o processo, podem ser utilizados aditivos, tais como fruta, vegetais, carne e temperos. Produtos lácteos, como o leite em pó, soro de leite e manteiga também podem ser incluídos.

A fusão industrial do queijo permite a mistura de queijos naturais de vários tipos e idades, produzindo um produto diferente, com características uniformes. É portanto um meio de produzir produtos normalizados para um mercado para o qual queijos naturais são sempre aceitáveis. Além disso, a uniformidade e possibilidade de comercialização melhoradas permitem que o queijo resultante mantenha as suas qualidades.

A etapa de mistura das porções de queijo maduro pode variar consideravelmente, dependendo da procura e da oferta, no entanto é uma das etapas fundamentais, pois provoca uma grande variação no produto final. Em geral, pode dizer-se que seja necessário o mesmo nível de cuidado que é tido para queijos naturais, tanto em composição como em termos de qualidade em geral.

Um queijo processado de boa qualidade tem um corpo liso, compacto, de consistência uniforme destituído de buracos de gás fermentativos e uma cor uniforme. A presença de células de ar é normal em queijos processados, mas são, geralmente muito pequenas e concentram-se apenas num dos lados dos produtos embalados. Queijo processado de boa qualidade pode ser cortado sem se desfazer/esmigalhar, derrete/funde suavemente e tem forma uniforme. O sabor varia dependendo das misturas usadas na produção do mesmo. No entanto nunca se torna amargo ou rançoso. Os principais tipos básicos de queijos processados são: queijo bloco, amanteigado (queijo para barrar) “*spread*”, enlatados ou pulverizados.

2.7.1 Processo produtivo de queijo fundido

Os diferentes tipos de queijos escolhidos para incorporar o produto final, queijo fundido, são primeiramente limpos, cortados, moídos e misturados. São então adicionados à caldeira a vapor, juntamente com os sais de fusão (secos ou em solução), e qualquer que seja a água necessária para se obter o teor de humidade pretendido no queijo acabado. A escolha do sal de fusão mais adequado às misturas de queijo é de extrema importância (Department, 1971).

A caldeira onde ocorre a fusão do queijo é um recipiente a vapor de inox fechado, que possui um agitador que facilita a injeção direta do vapor e controla a pressão. A mistura é aquecida na caldeira com agitação, entre 66 e 85 °C, durante vários minutos. O tempo e a temperatura exata dependem do produto final.

Ocasionalmente, a temperatura é elevada a 98-100 °C. O tempo de processamento do queijo de bloco é geralmente mais curto (5 minutos), do que o queijo spread (9-10 minutos). Por sua vez, também é utilizada uma maior agitação no fabrico de queijo spread.

A textura quente e suave do queijo é então derramada da caldeira, através de funis, para o seu enchimento rápido em embalagens. Alguns fabricantes de queijo processado passam o queijo

quente primeiro pelo homogeneizador, a partir do qual o queijo é transportado diretamente para dentro de uma máquina de enchimento e embalagem automática.

O queijo processado homogeneizado tem uma cor clara, com um brilho e uma consistência melhor, no entanto tem tendência a ser ameno e com falta de “carácter”. A homogeneização deve limitar-se apenas ao queijo com elevado teor de gordura.

2.7.2 Sais de fusão do queijo

A inovação nestes produtos passa muitas vezes, pela introdução no recheio de queijo não fundido industrial. No entanto, tecnologicamente a utilização do queijo de pasta semi-mole é difícil dadas as reduzidas dimensões do bombom. Nestes casos é possível ultrapassar esta dificuldade recorrendo à utilização de sais de fusão (Department, 1971).

Os sais de fusão habitualmente utilizados em queijo são misturas de várias cadeias lineares predominantes de fosfatos poliméricos, alguns dos quais contém ácido fosfórico. Algumas misturas podem conter citrato de sódio ou ácido cítrico. Normalmente são usados numa taxa de 3% (com base no peso do queijo). Em alguns países, incluindo Estados Unidos da América, esta concentração é a máxima permitida por lei.

Quando o queijo é derretido na ausência de emulsionantes verifica-se uma separação de fases entre a gordura e o soro, sendo que esta última contém caseína. A função primária dos emulsionantes é tornar a caseína solúvel pela formação de uma solução coloidal homogénea, enquanto simultaneamente emulsiona a gordura. Esta ação dupla é realizada em conjunto com um mecanismo de troca de iões, que varia consideravelmente com os diferentes tipos de sais de fusão e aumenta com a capacidade de ligação do cálcio.

Este fenómeno é particularmente evidente em moléculas de polifosfatos de tamanho médios e elevados. É importante que o agente emulsionante peptize a caseína de modo a que dê a emulsificação e estabilidade da suspensão. O principal efeito no sistema de agentes emulsionantes da caseína é seguido por uma série de efeitos secundários e terciários. Como resultado dessas mudanças, a peptização está associada ao encurtamento da estrutura e mudanças no estado de “inchaço” da caseína. O efeito é identificado com a quebra das texturas ou o encurtamento do corpo através dos agentes emulsionantes.

Outra função essencial dos sais de fusão é proporcionar um mecanismo de tamponamento e consequentemente regular o pH do produto acabado. Esse resultado passa pela produção de um produto que seja estável em termos de consistência e que em termos biológicos, tenha uma boa “vida de prateleira”, podendo esta ser melhorada pela presença de vários fosfatos (em particular a reação de polifosfatos em microrganismos).

Finalmente, os agentes emulsionantes devem produzir um produto acabado com textura suave, consistência uniforme e com boas propriedades de corte, sem afetar o sabor natural.

Para resumir, as características dos sais de fusão do queijo podem ser consideradas as seguintes (Department, 1971):

- Efeito solubilizante sobre a caseína;
- Emulsificação geral;
- Mecanismo de tamponamento e controlo de pH;
- Efeito sobre a textura e corpo do produto acabado;
- Efeito sobre as propriedades de corte (particularmente em queijo de blocos);
- Efeito sobre microrganismos que melhorem a vida de prateleira do produto acabado;
- Não deve afetar o sabor do queijo natural

2.8 Controlo da Qualidade

2.8.1 Atividade de água no Chocolate

A atividade de água de um alimento é definida como água disponível (“livre”) para participar em reações, não devendo ser comparado diretamente com o teor de água (g de água / g de substância). A atividade de água é denominada por A_w , variando entre 0 e 1 (100% de humidade relativa). Tem um papel ativo na troca de humidade com o ar ambiente, influenciando desta forma a estabilidade microbiológica, bem como exercendo um efeito importante sobre as reações químicas nos alimentos. A atividade de água tornou-se um parâmetro essencial da qualidade (Devices, 2006).

O chocolate é composto por um conjunto de vários fatores, que desempenham funções fundamentais que definem a sua qualidade.

Durante várias décadas, atividade de água tem sido utilizada na produção de alimentos para garantir a segurança alimentar, especialmente em termos de determinação do risco de contaminação microbiológica. A seguinte tabela evidencia os intervalos dos valores de A_w , nos quais ocorre proliferação microbiana, nos diferentes grupos de alimentos (novasina, 2013).

Tabela 2 - Atividade de água e o Crescimento Microbiano nos Alimentos, adaptado: (AquaLab, 2012)

Intervalo de Aw	Microrganismos	Grupo de Alimentos
1.00-0.95	<i>Pseudomonas</i> , <i>Escherichia</i> , <i>Proteus</i> , <i>Shigella</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , algumas leveduras	Alimentos altamente perecíveis (frescos), conservas de frutas, legumes, carne, peixe, leite e bebidas
0.95-0.91	<i>Salmonella</i> , <i>Vibrioparahaemolyticus</i> , <i>C. botulinum</i> , <i>Serratia</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Pediococcus</i> , alguns bolores, leveduras (<i>Rhodotorula</i> , <i>Pichia</i>)	Alguns queijos (Cheddar, suíço, Muenster, Provolone), carne curada (presunto), pão, tortilhas
0.91-0.87	Muitas leveduras (<i>Candida</i> , <i>Torulopsis</i> , <i>Hansenula</i>), Micrococcus	salame, bolos, queijos secos, margarina
0.87-0.80	Maioria dos bolores (<i>mycotoxigenic penicillia</i>), <i>Staphylococcus aureus</i> , maioria das <i>Saccharomyces</i> (<i>bailii</i>) spp., <i>Debaryomyces</i>	Maioria dos sumos concentrados de frutas, leite condensado, xarope, doces, geleias
0.80-0.75	Maioria das bactérias halofílicas, <i>Aspergillimycotoxigenic</i> Bolores xerófilos	Marmelada, frutas cristalizadas
0.75-0.65	(<i>Aspergilluschevalieri</i> , <i>A. candidus</i> , <i>Wallemiasebi</i>), <i>Saccharomycesbisporus</i> Leveduras osmofílicas	Melaço, cana-de-açúcar, frutas secas, nozes, snacks
0.65-0.60	(<i>Saccharomycesrouxii</i>), alguns bolores (<i>Aspergillusechinulatus</i> , <i>Monascusbisporus</i>)	Frutos secos que contêm 15-20% de humidade; alguns caramelos, mel, doces
0.60-0.20	Sem proliferação microbiana	Massa seca, especiarias, arroz, trigo, ovo em pó integral, gomas, farinha, feijão, biscoitos, migalhas de pão, cereais de pequeno almoço, alimentos secos para animais, manteiga de amendoim, leite em pó integral, legumes secos, milho seco congelado

Uma vez que é considerado um parâmetro importante, este deve ser integrado num processo de inspeção do produto final. Ainda hoje, a análise de humidade está estabelecida neste tipo de indústria, porém a humidade por si só não previne o risco de contaminação microbiana ou química de produtos físicos em chocolate, uma vez que não especifica a quantidade parcial de água livre.

Está estabelecido um limite de atividade de água, abaixo do qual não há indícios de crescimento microbiano (0.6 Aw) (Devices, 2006). Em termos de controlo microbiológico, um fabricante de chocolate pode basear-se pelo limite de atividade de água aceitável, de forma a controlar a proliferação de microrganismos. No entanto o chocolate contém outros constituintes, tais como hidratos de carbono, gorduras e proteínas que por sua vez englobam outro tipo de reações, tais como a oxidação, com tal necessitam de ser rigorosamente monitorizados.

Um dos parâmetros de controlos da matéria-prima é a análise da atividade de água, pois desta forma é possível saber a quantidade de água livre disponível nos diversos componentes do produto, e de certa forma prever o comportamento da mistura ao longo de todo o processo assim como no produto finalizado (novasina, 2013).

Tabela 3 - Valores dos limites de Atividade de água das matérias-primas do chocolate, Adaptado: (Cordier, 1994)

Produto	Limites de Atividade de Água (Aw)
Chocolate	0.40-0.50
Manteiga	0.95-0.98
Glucose	0.70-0.72
Sorbitol em Pó	Aproximadamente 0.30
Leite em pó	0.20-0.25
Recheios de trufas de chocolate à base de gordura	0.20-0.35
Frutas, nozes e outro tipo de recheios	0.40-0.90
Caramelo	0.65-0.70
Pasta de Amêndoa	0.73-0.80

A maioria dos produtos de confeitaria, tal como o chocolate, devido ao seu baixo nível de atividade de água, podem ser mantidos à temperatura ambiente (em climas temperados) durante vários meses ou até mesmo um ou dois anos. Não é um produto muito suscetível a perigos físicos ou químicos (dependendo da agricultura, armazenamento e distribuição). Por outro lado existe um elevado número de riscos microbiológicos associados a este tipo de produtos.

Alguns problemas microbiológicos não são considerados como ameaça à saúde pública. A deterioração de alguns produtos de confeitaria deve-se ao aumento da atividade de água, por leveduras osmofílicas. No entanto, no chocolate o mesmo não acontece, cuja atividade de água é baixa (0.40-0.50 Aw). Este nível de atividade de água não é favorável ao crescimento bacteriano.

Ao longo dos últimos 20 anos, os produtos de chocolate têm estado na origem de vários surtos de *Salmonella*, envolvendo principalmente crianças. Devido à baixa atividade de água do chocolate, os microrganismos patogénicos não são capazes de crescer. Durante o processamento do chocolate, devem ser tomadas medidas preventivas de forma a evitar contaminação do produto, após a fase de torrefação, uma vez que é esta a única barreira à *Salmonella* (Cordier, 1994).

2.9 Reologia

A reologia é o estudo do escoamento e deformação dos materiais, tem como função prever a força necessária para causar uma deformação ou escoamento num corpo ou, reciprocamente, prever a deformação ou o escoamento resultante da aplicação de um dado sistema de forças num corpo (Castro, 2003). Essas forças podem ser de compressão, tração ou corte.

De acordo com a reologia, um material pode ser deformado de três formas:

- Elástico: a deformação acontece quando uma força é aplicada e desaparece de forma instantânea quando a força é retirada. Depende, até certo limite, do material e temperatura, sendo que as tensões aplicadas são aproximadamente proporcionais às deformações.
- Plástico: deformação ocorre até um determinado valor limite quando submetidos a ações externas, sendo permanente e não desaparecendo após a retirada da força.
- Viscoso: a deformação é proporcional à força aplicada, mas não desaparece após a mesma ser removida (Steffe, 1992).

A reologia abrange diferentes propriedades associadas à deformação da matéria, entre as quais: compressibilidade, extrusibilidade, dutibilidade, espalhabilidade, elasticidade, fluidez e viscosidade (Vriesmann, 2008).

2.10 Viscosidade

A viscosidade é objeto de estudo da reologia, que é a ciência que estuda a deformação e fluxo de sólidos e fluidos sob a influência de forças mecânicas. As determinações reológicas de um produto no estágio de produção podem ser úteis no controlo de qualidade. A microestrutura de um produto pode ser correlacionada com o comportamento reológico, permitindo desenvolver novos materiais. A reometria permite a aplicação de equações reológicas em processos de engenharia, particularmente nas operações unitárias que envolvem aquecimento e transferência de massa (De Graef et al., 2011).

As propriedades reológicas de interesse no caso dos sólidos é a elasticidade e no caso dos líquidos é a viscosidade. No entanto, alguns materiais não podem ser diferenciados de sólidos e líquidos com clareza, de forma que nestes casos a propriedade reológica é definida como viscoelasticidade (Diaz, Vendruscolo, & Vendruscolo, 2004).

A viscosidade constitui a propriedade física de um líquido resistir ao fluxo induzido pela tensão aplicada (corte). Depende da natureza físico-química da substância, da temperatura, pressão, taxa de corte e do tempo. Para que se possa definir a viscosidade em função de um destes fatores é crucial manter os restantes constantes e bem definidos (Viana, 2010).

A seguinte equação descreve matematicamente a viscosidade dos fluidos newtonianos:

$$\mu = \frac{\tau}{\gamma} \quad \text{Eq.1}$$

Onde:

μ = Viscosidade absoluta (Pa.s)

τ = tensão de corte (Pa)

γ = taxa de corte (s^{-1})

2.10.1 Diferentes tipos de escoamento

O corpo viscoso mais simples é o fluido Newtoniano, para o qual a viscosidade é constante. Já para os fluidos não-newtonianos a viscosidade pode variar em muitas magnitudes com a mudança da taxa de corte ou a tensão de corte para as diversas formas de fluidos (Castro, 2003).

Para fluidos não-newtonianos, o termo viscosidade (μ) é substituído por viscosidade aparente (μ_{ap}).

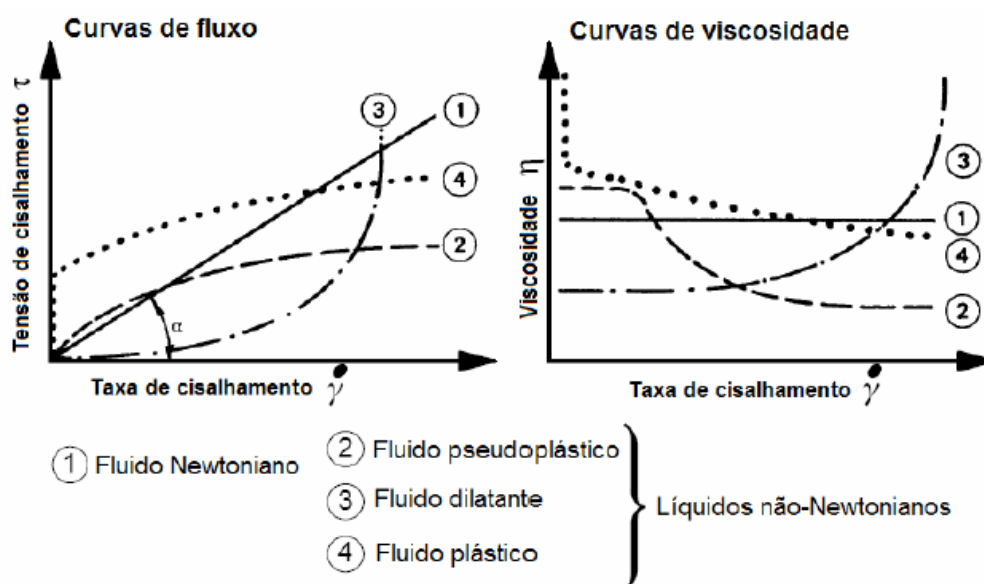


Figura 5 - Curvas de fluxo de fluidos ideais (Viana, 2010)

Como se pode observar na figura 5, a relação existente entre a taxa de corte e a tensão de corte resulta numa constante, para os fluidos Newtonianos. O mesmo não se pode afirmar para os fluidos não-newtonianos.

Na curva referente ao fluido pseudoplástico, verifica-se que a viscosidade aparente diminui com a taxa de deformação e $0 < n < 1$ (n = índice de comportamento). Muitas substâncias, como emulsões e suspensões pertencem a este tipo de fluidos (Haminiuk, 2005).

Por outro lado quando $n > 1$, a viscosidade aumenta com a taxa de deformação (ex: mel e suspensões de amido).

Os materiais não-newtonianos podem ser classificados em dois grupos:

- Independentes do tempo (dilatantes, pseudoplásticos, plásticos e plásticos de Bingham);
- Dependentes do tempo (tixotrópicos e reopéxicos).

A tixotropia verifica-se quando o valor da viscosidade diminui com o aumento da concentração, pode resultar da agregação das partículas em suspensão.

A reopexia acontece quando a viscosidade do material aumenta com o tempo a uma tensão de corte constante.

A reologia tem desempenhado um papel fundamental no desenvolvimento, produção e processamento de produtos alimentícios, permitindo que haja uma completa caracterização do material e otimização de processos com redução de custos e melhoria na eficiência (Viana, 2010).

A indústria chocolateira trabalha muito o produto na fase líquida, sobretudo durante as operações de conchagem e temperagem. O desenho do equipamento é essencial, no entanto é necessário conhecer as características físicas do produto, para que as operações sejam adequadas.

O chocolate pode ser considerado uma suspensão de partículas sólidas dispersas, numa matriz contínua com gordura líquida e sólida. O açúcar constitui a maioria das partículas sólidas (em média 60-70%), seguido dos sólidos de cacau e dependendo do tipo de chocolate, sólidos de leite.

A determinação das propriedades reológicas do chocolate é importante nos processos de fabrico, para a obtenção de produtos de elevada qualidade, com textura bem definida. Fatores como o teor de gordura, distribuição granulométrica, teor de humidade, emulsificantes, tempo e temperatura de conchagem, afetam as propriedades reológicas e os custos de produção.

Reologicamente o chocolate líquido mostra um comportamento não-newtoniano, que convencionalmente se caracteriza por um grau de tensão de viscosidade plástica (De Graef, Depypere, Minnaert, & Dewettinck, 2011).

2.10.2 A importância da viscosidade do chocolate na Indústria

O chocolate possui características fundamentais que o distinguem, tais como, o sabor e a textura. Uma particularidade básica da textura do chocolate, é que deve ser sólido à temperatura

ambiente (20-25 °C) e fundir rapidamente quando consumido, produzindo uma pasta com viscosidade adequada ao paladar (Beckett, 1994).

A viscosidade tem sido usada há vários anos pela indústria de chocolates para descrever a qualidade do produto, assim como no dimensionamento de tubulações e bombas que são utilizadas no transporte de chocolate fundido. Em aspectos práticos, o chocolate precisa fluir de acordo com sua utilização, por exemplo, o chocolate utilizado como cobertura de bombons precisa fluir mais que aquele utilizado para produção de tabletes (Suzana Caetano da Silva, Magda Leite, & Renata Lira, 2002).

Na indústria, conhecer o comportamento reológico dos chocolates e recheios é fundamental para a determinação dos parâmetros do processo e qualidade dos produtos. As propriedades reológicas são bastante importantes no processo produtivo de obtenção de produtos de alta qualidade e texturas bem definidas, como por exemplo: chocolates com elevados valores de viscosidade possuem texturas mais pastosas e com menor sensação de suavidade na boca (Afoakwa, Paterson, Fowler, & Vieira, 2008).

A viscosidade e o limite de escoamento são as principais propriedades reológicas envolvidas no estudo de chocolates, sendo o limite de escoamento essencial para recheios, isto porque influencia diretamente a espalhabilidade do mesmo.

A lecitina é o emulsionante mais usado pelas indústrias chocolateiras, para diminuir a viscosidade do chocolate. A sua adição permite reduzir a tensão superficial e melhorar a dispersão dos sólidos na fase gordurosa, atingindo propriedades reológicas importantes para a produção e uma maior aceitação sensorial (Fava, 2010).

Outro emulsionante bastante usado é a lecitina sintética, o PGPR (polirricinoleato de poliglicerol). A sua adição ao chocolate derretido permite uma melhor fluidez do produto assim como uma melhor manipulação a temperaturas mais baixas, favorecendo a remoção de bolhas de ar do chocolate. A utilização deste emulsionante em conjunto com a lecitina pode provocar um grande impacto na melhoria das propriedades reológicas e na redução dos custos produtivos (Schantz & Rohm, 2005).

2.10.3 Modelos Reológicos

A modelização providência meios para representar uma larga quantidade de dados reológicos através de uma simples expressão matemática. Muitas formas de equações são possíveis, no entanto, não existe um modelo geral que se aplique a todas os comportamentos reológicos dos fluidos. Na tabela 4 apresentam-se alguns modelos usados para descrever o escoamento do chocolate.

Tabela 4 - Modelos Reológicos

Tipo de Modelo	Equação
Ostwald-de-Waele (Lei da Potência)	$\tau = k \dot{\gamma}^n$ <p> τ = Tensão de corte (Pa) $\dot{\gamma}$ = Taxa de deformação (s^{-1}) k = índice de consistência (Pa.sⁿ) n = índice de comportamento de fluxo (adimensional) (Branco, 2003) </p>
Bingham	$\tau = \tau_0 + \eta_a \dot{\gamma}$ <p> τ = Tensão de corte (Pa) τ_0 = Tensão residual de Bingham (Pa) $\dot{\gamma}$ = Taxa de deformação (s^{-1}) η_a = Viscosidade Plástica de Bingham (Pa.s) (Chevalley, 2007) </p>
Casson	$\tau^{0,5} = k_{oc} + k_c \dot{\gamma}^{0,5}$ <p> $k_{oc} = \tau_{oc}$ = Tensão de corte inicial (Pa) $k_c \dot{\gamma}^{0,5}$ = Viscosidade plástica (Pa.s) (Lanneset al, 2002) </p>
Heinz-Casson	$\tau = \left[\tau_0^{2/3} + (\eta \dot{\gamma})^{2/3} \right]^{3/2}$ <p> τ = Tensão de corte (Pa) τ_0 = Tensão de corte residual de Heinz (Pa) $\dot{\gamma}$ = Taxa de deformação (s^{-1}) η = Viscosidade plástica de Heinz (Pa.s) (Figura et al, 2007)) </p>
Herschel-Bulkley	$\tau - \tau_{oH} = K_H \dot{\gamma}^{n_H}$ <p> τ_{oH} = Tensão de corte inicial (Pa) K_H = índice de consistência (Pa.sn) n_H = Índice de comportamento de fluxo (adimensional) (Sato & Cunha, 2007) </p>
Windhab	$\tau = \tau_0 + \eta_a \dot{\gamma} + (\tau_1 - \tau_0) \left\{ 1 - e^{-\frac{\dot{\gamma}}{\dot{\gamma}^*}} \right\}$ <p> τ = Tensão de corte (Pa) $\dot{\gamma}$ = Taxa de deformação (s^{-1}) </p>

	τ_o = Tensão de corte inicial (Pa) η_a = Viscosidade final (Pa.s) τ_1 = Tensão de corte onde a estrutura está definida (Pa) $\dot{\gamma}^*$ = Taxa de deformação a 63,2% donde a estrutura está definida (s^{-1}) (Beckett, 2001)
--	---

O estudo do comportamento reológico do chocolate é objeto de amplas pesquisas e vários autores o estudam a partir de diferentes modelos, sendo o modelo de Casson o mais utilizado desde 1973. No entanto pesquisas indicam que este modelo apresenta alterações na comparação de resultados de diferentes laboratórios, demonstrando que este modelo é insatisfatório para diversos tipos de chocolate e inapropriado para taxas de deformação inferiores a $10s^{-1}$.

Em 1991, o IOCCC (Organização Internacional de Cacau, Chocolate e Produtos de Confeitaria) criou um grupo de trabalho com a finalidade de desenvolver um método, que, utilizando viscosímetros passíveis de serem utilizados nas indústrias, pudesse dar respostas aos diferentes laboratórios e permitisse comparar resultados. Com este estudo conclui-se que para se obter resultados interlaboratoriais concordantes, é preferível apostar em ensaios com valores de tensão de corte a várias taxas de deformação, do que utilizar o modelo de Casson. O IOCCC decreta que inúmeros modelos podem ser utilizados, desde que se tomem os devidos cuidados. Porém, o modelo de Windhab é o mais recomendado porque ao contrário dos restantes modelos, o ajuste dos seus parâmetros tem um significado físico (sedimentação, escoamento, etc) e as suas medidas podem ser executadas dentro dos limites da taxa de deformação da maioria dos viscosímetros disponíveis no mercado (0 a $600s^{-1}$) (Viana, 2010).

2.11 Textura

O chocolate é na sua essência, massa de cacau e açúcar suspenso numa matriz de manteiga de cacau, que por sua vez possui uma textura diferente, devido às interações das estruturas lipídicas polimórficas.

O chocolate produz uma sensação única na boca, isto porque a manteiga de cacau tem um ponto de fusão específico, bastante semelhante à temperatura corporal. O tamanho das partículas de chocolate, constituem um parâmetro bastante importante pois influenciam bastante a textura do chocolate e por consequência a perçetibilidade ao ser degustado (Andrae-Nightingale, Lee, & Engeseth, 2009).

A dureza é um dos fatores mais importantes na definição das propriedades físicas do chocolate. É determinada através da medição da intensidade da força necessária para o chocolate seja esmagado. A dureza depende do refinamento de partículas sólidas, assim como a sua distribuição por tamanho. A textura do chocolate está ligada às propriedades sensoriais, pois constituem um

fator crucial na determinação de aceitabilidade do produto por parte dos consumidores (Zarić Danica, Pajin Biljana, Lončarević Ivana, Šoronja-simović Dragana, & Šereš Zita, 2012).

Os processos de produção do chocolate geralmente compartilham características comuns, tais como mistura, refinação e conchagem da pasta de chocolate. O resultado pretendido consiste na obtenção de um chocolate de textura suave, considerado desejável pelos consumidores.

No caso do chocolate de leite, verifica-se uma melhor textura através de uma distribuição bimodal de partículas com uma pequena proporção (tamanho até 65mm). O tamanho das partículas para o chocolate negro devem ser inferiores a 35mm, embora os valores sejam influenciados pelo produto e a sua composição.

A etapa de refinação do chocolate, não só afeta a redução do tamanho das partículas e provoca a repartição e aglomeração das mesmas, como também distribui as partículas através da fase contínua com o revestimento de cada lípido. As misturas de chocolate refinadas, seguem depois para a etapa de conchagem, onde desenvolvem viscosidade, textura e sabor.

O chocolate de leite contém uma proporção de gordura de manteiga de cacau que provoca um efeito eutético, que impede a formação de efeito “flor”, resultando num ponto de fusão mais baixo, textura mais suave.

O tamanho das partículas afeta a viscosidade, bem como a textura, e um chocolate moído até um tamanho de partícula de 20µm terá uma textura e sabor mais cremoso do que um chocolate moído com tamanho de partículas com 30µm (Beckett, 2000).

As propriedades físicas, comportamento reológico e percepção sensorial do chocolate são influenciados em grande parte pelas técnicas de processamento, distribuição granulométrica e composição dos ingredientes. Para melhorar a textura do chocolate, a distribuição do tamanho das partículas sólidas e a composição dos ingredientes podem ser manipulados de forma a modificar as suas propriedades físicas, comportamento reológico e atributos sensoriais (Afoakwa et al., 2007).

2.12 Análise Sensorial do Chocolate

Como já referido anteriormente, o chocolate é um produto de elevada aceitabilidade por parte dos consumidores, não só pelo seu valor nutricional, mas principalmente devido às suas propriedades físicas e químicas perceptíveis pelos consumidores, que associam o chocolate como tendo propriedades sensoriais únicas.

O sabor, brilho e sensação de derretimento na boca após ingerido, são alguns dos atributos sensoriais que contribuem para a singularidade do chocolate (Beckett, 1994).

Estas propriedades organoléticas são características das matérias-primas que lhes dá origem, sendo muito influenciadas pelas etapas de processamento. No caso de chocolate combinado com outros produtos como o queijo, compotas ou frutas, licores, etc.

A aceitabilidade é um parâmetro muito importante no desenvolvimento de novos produtos e nas suas formulações.

2.12.1 Aceitabilidade do Consumidor

Perceber quais as propriedades organoléticas que conduzem a uma opção preferencial dos consumidores constitui uma fase importante no ciclo de desenvolvimento do produto. Através de testes de aceitabilidade com consumidores é possível avaliar a recetividade do produto (se os consumidores gostam ou não do produto), e quando vários produtos e/ou protótipos são comparados, as preferências desses consumidores.

Além disso dados demográficos, tais como sexo, idade, escolaridade e nível económico e social podem ajudar na determinação de segmentos de consumo em função das preferências sensoriais dos consumidores.

Este tipo de estudos permite identificar grupos de consumidores com diferentes padrões, no que diz respeito à preferência de determinados produtos, permitindo assim traçar perfis de diferentes segmentos de consumidores por idade, género, hábitos alimentares, etc.

Na verdade a segmentação dos consumidores é um fator crucial nestes estudos, dando uma visão das preferências dos consumidores, permite traçar um “Mapa Preferencial dos Consumidores”, uma ferramenta essencial de estatística multivariada, que ajuda a compreender a estrutura e as tendências preferenciais dos consumidores (Miquelim, Behrens, & Lannes, 2008).

Para além dos estudos com consumidores, a avaliação sensorial de chocolate é um dos meios utilizados para controlar a qualidade, prevendo a evolução das características físico-químicas do produto. Qualidade do chocolate depende da estrutura e composição dos ingredientes, pois influenciam a sua aparência, gosto e comportamento no processo de produção e armazenamento (Jovanović Olga & Pajin Biljana, 2002).

3. Materiais e Métodos

Neste capítulo encontram-se descritas as matérias-primas utilizadas, o processo produtivo do bombom de chocolate com recheio de queijo e compota. Foram produzidos vários bombons com diferentes combinações de recheio. São também descritas as metodologias usadas na avaliação de alguns parâmetros da qualidade dos produtos em estudo, nomeadamente: atividade de água; teor de humidade, textura, viscosidade e aceitabilidade.

3.1 Matéria-Prima

No desenvolvimento do bombom com recheio de queijo e compota, foram utilizados quatro tipos de chocolates com diferentes percentagens de cacau (chocolate branco, chocolate negro 55%, chocolate negro 70% e chocolate negro 83%), quatro tipos de queijo (*Philadelphia*, *Queru*, Queijo Curado Amanteigado *Quinta do Convento* e Queijo *Senras*), três tipos de recheios e compota de abóbora. Na Tabela 5 encontra-se resumida uma caracterização das matérias-primas utilizadas.

Tabela 5 - Composição das Matérias-Primas

	Ingredientes
Chocolate Branco	Manteiga de cacau, açúcar, leite em pó, lacto soro, gorduras lácteas, vanilina emulsionante (E-322). Cacau: mínimo 28%. Contém leite e lecitina de soja. Pode conter vestígios de frutos de casca rija.
Chocolate Negro 55%	Licor de cacau, açúcar, manteiga de cacau, emulsionante (E-322). Cacau: mínimo 55%. Contém lecitina de soja. Pode conter vestígios de frutos de casca rija.
Chocolate Negro 70%	Licor de cacau, açúcar, manteiga de cacau, emulsionante (E-322). Cacau: mínimo 70%. Contém lecitina de soja. Pode conter vestígios de frutos de casca rija.
Chocolate Negro 83%	Licor de cacau, manteiga de cacau, açúcar e emulsionante (E-322). Cacau: mínimo 83%. Contém lecitina de soja. Pode conter vestígios de frutos de casca rija.
Compota Abóbora (<i>Casa Mateus</i>)	Abóbora, açúcar, xarope de glucose e frutose, gelificante (pectina) e regulador de acidez (ácido cítrico). Preparado com 50g de fruta por 100g. Teor total de açúcar: 63g/100g.
Recheio Morango	Açúcar, Morango (21%), xarope de glucose-frutose, gelificante (pectina), conservante (sorbato de potássio), regulador de acidez (ácido cítrico, citrato de sódio), aroma.
Recheio Cereja Negra	Cereja (35%), açúcar, xarope de glucose-frutose, água, amido modificado, conservante (sorbato de potássio), reguladores de acidez

	(ácido cítrico, citrato de sódio).
Recheio Mirtilo	Água, xarope de glucose-frutose, amido modificado, açúcar, maçã (2%), gelificante (pectina), conservante (sorbato de potássio), regulador de acidez (ácido cítrico, citrato de potássio), aroma, corantes (cochinilha, ponceau 4R, verdes).
Queijo <i>Philadelphia</i>	Leite, nata, sal, estabilizante (E-401, E-410, E-407), conservante (E-200).
Queijo <i>Queru</i>	Queijo, água, manteiga, soro em pó, proteínas lácteas, sais fundentes (E-452, E-339).
Queijo Curado Amanteigado (Quinta do Convento)	Leite pasteurizado de vaca, coalho, cloreto de cálcio, fermentos lácteos, sal, +40% de matéria gorda no extrato seco.
Queijo Senras	Leite de vaca pasteurizado, Fermentos Lácteos, Coalho, Sal e lisozima (contém clara de ovo).
Açúcar Branco Granulado	100% Açúcar

Sais de Fusão e Conservantes

O sal de fusão utilizado no processo de fusão do queijo foi o Fosmix (*Formulab*: E-450i; E-451i). O conservante utilizado no processo de fusão do queijo foi o sorbato de potássio ($C_6K_7O_2$). As respetivas fichas técnicas encontram-se nos Anexos.

Limite legal de sal de fusão

De acordo com a Norma Portuguesa NP-1792/1986 pode adicionar-se um máximo de sais de fusão e emulsionantes, de 40 g/ kg, estemes ou em mistura entre si e com os emulsionantes ou sais de fusão calculados em substância anidra, não devendo o teor de fosfatos, expressos em fósforo, exceder 9 g/ kg.

- Limite de P (teor de fósforo expresso em Fósforo) – 9 g/ kg;
- Sal de fusão utilizado tem na sua constituição cerca de 50-55% de P_2O_5 , considerando: 55 g /100 g

Tabela 6 - Massa molar dos compostos

MM (P_2O_5)	141,95g
MM (P)	30,97g

De acordo com as recomendações da tabela nutricional, do Instituto Ricardo Jorge (Piabad, 1993), o limite máximo do teor de fósforo do tipo de queijo que se pretende fundir esta na gama dos 510-760 mg. Para estes cálculos adotou-se 0,76 g como o limite máximo do teor de fósforo. Assim sendo utilizou-se um limite de sal de fusão de 1,67 g/100 g de amostra.

Limite legal de conservante

A Norma Portuguesa NP-1792/1986 e a ficha técnica do sorbato de potássio utilizado não fazem qualquer menção ao limite de teor de potássio, como tal os cálculos referentes à quantidade de sorbato de potássio a adicionar ao queijo, basearam-se de acordo com a informação fornecida na Norma Portuguesa NP-1792/1986 referente aos conservantes, de que se deve adicionar um máximo de 2 g/ Kg, estremes ou em mistura, expresso no respetivo ácido.

3.2 Processo Produtivo do Bombom de chocolate

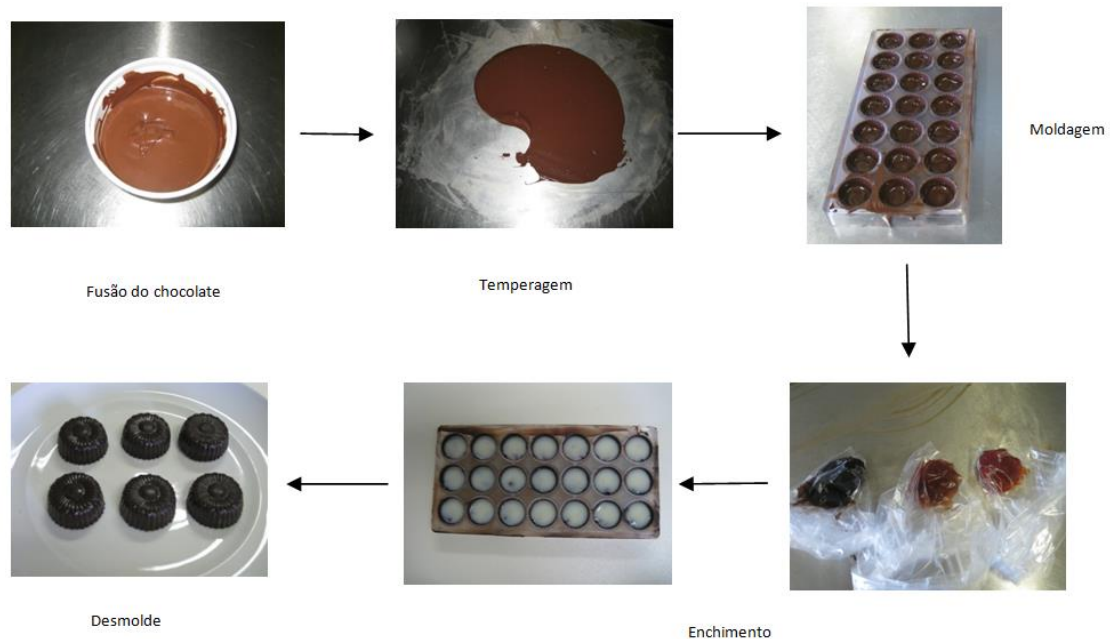


Figura 6 - Fluxograma do processo produtivo do fabrico do bombom de chocolate com queijo fundido e compota de frutas (morango, cereja negra, mirtilo)

O processo produtivo dos bombons desenvolvido neste trabalho baseou-se na metodologia de processamento utilizada na empresa Casa Grande *Chocolatier*.

Inicialmente o chocolate foi pesado, utilizando-se uma balança digital, no caso de ser tablete este é partido em pedaços de forma a ajudar na sua fusão. Aproximadamente utilizou-se 300g de chocolate na produção de um molde de bombons (21 bombons).

O chocolate é aquecido no micro-ondas, minuto a minuto, de forma a evitar que queime, sendo regularmente mexido para ajudar na fusão e simular o processo industrial de conchagem.

Caracterização da matéria-prima

Temperagem

A etapa de temperagem engloba a fusão e arrefecimento controlado do chocolate, com a finalidade de se alcançar a estrutura cristalina correta da manteiga de cacau, nomeadamente a forma V (formas polimórficas dos cristais) (Debaste, Kegelaers, Liégeois, Amor, & Halluin, 2008).

A temperagem engloba quatro etapas: fusão do chocolate (aproximadamente 50 °C), arrefecimento até um ponto de cristalização (32-34 °C), cristalização (25-27 °C) e conversão de qualquer cristal instável (29-32 °C).

Aplicou-se uma metodologia de temperagem manual, de acordo com as técnicas de produção aplicadas na empresa Casa Grande *Chocolatier*. Recorreu-se ao uso de espátulas na manipulação do chocolate, para que este adquirisse a espessura e consistência pretendidas (Quinones-Munoz et al., 2011).

Para se verificar se a temperagem foi bem realizada deve-se colocar um pouco de chocolate na bancada, esperar que seque para ver se este apresenta fios brancos à superfície (cristais de açúcar), se tal se verificar é sinal que a temperagem foi mal realizada.

Moldagem

Após a temperagem do chocolate, procede-se à moldagem, técnica exigente que depende da solidificação das gorduras do cacau, e da forma polimórfica correta (forma V) (Tewkesbury, Stapley, & Fryer, 2000).

Realizou-se o enchimento completo do molde com chocolate. O molde é sujeito a uma pequena vibração para remoção de bolhas de ar colocado, sendo colocado na posição inversa, de forma a escorrer o excesso de chocolate e formar-se uma camada fina de chocolate a revestir o molde.

O molde é colocado na câmara de refrigeração (7±1 °C) para promover o arrefecimento mais rápido.

Enchimento

Os recheios são colocados primeiro em bisnagas, no entanto para o caso do queijo fundido, este não pode estar quente quando é adicionado ao bombom, deve estar à temperatura ambiente ou refrigerado, para não afetar a temperagem inicial do chocolate no molde, e assim não influenciar o resultado final.

O enchimento dos bombons é feito com uma primeira camada composta pelos recheios (morango, mirtilo e cereja negra) e só depois é colocado o queijo fundido, no entanto o enchimento é efetuado apenas até meio dos moldes, de forma a facilitar a etapa de cobertura final do bombom, sendo que esta última camada de chocolate servirá de base ao bombom.

Cobertura do bombom e Desmolde

Após o enchimento procede-se à cobertura final do molde. Para aceleração do processo leva-se o molde à câmara de refrigeração (7 °C), e espera-se aproximadamente 15 minutos, sendo que esta parte é relevante, pois apenas verificando o molde é que é possível saber se o chocolate se encontra pronto para desmolde.

3.3 Ensaios preliminares com recheio de queijo

Numa fase inicial deste trabalho realizaram-se ensaios designados de “ensaios preliminares”. Foram testados queijos de marcas conhecidas, com texturas e viscosidades diferentes, de forma a avaliar o seu comportamento quando incorporados no bombom.

Queijos fundidos***Queijo Philadelphia***

O primeiro queijo utilizado foi o queijo *Philadelphia*, que na sua generalidade é um queijo cremoso. Foram confeccionados bombons com chocolate negro 70% com queijo *Philadelphia* e compota de Abóbora, armazenados à temperatura de 7 ± 1 °C.

Queijo Queru

Queijo mais cremoso e pastoso que o queijo *Philadelphia*. Foram confeccionados bombons de chocolate negro 55% usando o queijo *Queru* e a compota de Abóbora como recheio, e armazenados a uma temperatura de 7 ± 1 °C.

Queijos de pasta semi-mole

Este tipo de queijos necessita de um pré-tratamento, de forma a permitir a sua incorporação no bombom. Ou seja, é necessário uma etapa de fusão de forma a conferir-lhe uma consistência mole, semelhante à dos queijos descritos anteriormente. Para o efeito recorreu-se à utilização de sais de fusão.

Queijo Quinta do Convento

O queijo curado amanteigado $\pm 40\%$ teor de gordura, de marca *Quinta do Convento*, foi um dos escolhidos para ser fundido em laboratório. O queijo foi primeiramente cortado, pesado e triturado, sendo depois aquecido em banho termo-estabilizado, a uma temperatura de 87 ± 1 °C. O recipiente contendo o queijo está apenas em contato com o vapor de água, emanado do banho termostático. É adicionado ao queijo os sais de fusão e água, sendo a mistura agitada sobre o banho durante aproximadamente 5 minutos. Após esta etapa a percentagem de incorporação de sais de fusão foi de 1,62g/100g de amostra, de acordo com a Norma Portuguesa NP-1792/1986. O queijo é arrefecido à temperatura ambiente.

Queijo *Senras*

O queijo *Senras* foi o selecionado pela empresa para ser fundido e incorporado no bombom juntamente com as compotas de frutas. Tal como no queijo anterior, o processo de fusão foi semelhante, no entanto foi adicionado um conservante à formulação do recheio.

A formulação final do queijo fundido *Senras*, incorpora sais de fusão, 30% de açúcar, água e sorbato de potássio.

Todos os cálculos das diversas formulações de queijos estão descritos no Anexo I.

3.4 Métodos Analíticos

3.4.1 Determinação da Atividade de Água

Preparação das amostras

Para a determinação da atividade de água, as amostras de queijo e compotas de frutas foram acondicionados de diferentes formas, de maneira a avaliar o comportamento de atividade de água dos mesmos.

Tabela 7 - Vários tipos de acondicionamentos das amostras para análise de Aw

Tipo de Recheio	Acondicionamento das Amostras
Queijo <i>Queru</i> e a compota de Abóbora	<ul style="list-style-type: none"> Caixas de Petri; Bombons de chocolate Negro 55%
Queijo <i>Quinta do Convento</i> fundido e compotas de frutas (morango, cereja negra e mirtilo)	<ul style="list-style-type: none"> Bombons de chocolate Negro 70%
Queijo de <i>Senras</i> fundido e compotas de frutas (morango, cereja negra e mirtilo)	<ul style="list-style-type: none"> Bombons de chocolate Negro 70%

As amostras de queijo e compota foram analisadas individualmente (Queijo *Queru*) e também ao longo do tempo, como recheio do bombom. Durante o armazenamento dos bombons, a atividade de água foi monitorizada da seguinte forma:

- O bombom foi cortado transversalmente;
- O recheio foi removido, tendo-se o cuidado de separar o queijo e ou compota.

Em ambos os casos a amostra era colocada nas células de leitura de Aw. As determinações eram realizadas em duplicados e triplicados.

Determinação da atividade de água

Antes de se proceder às análises de leitura de atividade de água, verifica-se se o medidor (Pawkit water activity meter) está devidamente calibrado. Para tal efetua-se primeiramente uma leitura

de água destilada ou ionizada cujo valor tem de ser 1.00 ± 0.02 Aw, no caso de se verificar um valor muito discrepante procede-se à calibração do equipamento com uma solução padrão de NaCl 6 Molar (0.76 Aw).

Uma vez estando o equipamento devidamente calibrado procede-se à determinação de Aw das amostras. É necessário garantir que as células de leitura tenham quantidade suficiente de amostra, para se proceder a uma medição. Coloca-se o sensor sobre a célula da amostra e o equipamento efetua uma leitura precisa em 5 minutos.

3.5 Determinação do Teor de humidade

A humidade representa a água contida no alimento, que pode ser classificada de humidade à superfície, que se refere à água livre ou presente na superfície externa do alimento, facilmente evaporada. E humidade absorvida, referente à quantidade de água “ligada”, encontrada no interior do alimento, sem se combinar quimicamente com o mesmo (Fortuna, 2010).

A análise do teor de humidade constitui um parâmetro crítico da qualidade, sendo essencialmente uma medida de controlo da qualidade na maioria das unidades industriais de produção alimentar, organizações de pesquisa biológica, fabricantes de produtos alimentares, farmacêuticos.

O controlo da humidade influencia as propriedades físicas e qualidade do produto de quase todas as substâncias e materiais durante todas as etapas de processamento e durante a sua existência com produto (AOAC, International, 2000).

O teor de humidade do queijo foi determinado de acordo com o Método Oficial AOAC 948.12, Humidade do Queijo, Método II.

Primeiramente as caixas de Petri foram acondicionadas na estufa a 130 ± 1 °C durante uma hora e arrefecidas num exsiccador. Cerca de 2-3g de amostra eram submetidas à tampa de secagem a 130 ± 1 °C durante duas horas, sendo de seguida arrefecidas no exsiccador.

O teor de humidade foi calculado em base húmida a partir da equação:

$$\text{Teor de Humidade (\%)} = \frac{(\text{Massa da C. Petri} + \text{Amostra}) - (\text{Massa da C. Petri} + \text{Amostra após estufa})}{\text{Massa da Amostra}} \times 100$$

3.6 Textura

A textura é uma combinação da estrutura física do material e das suas propriedades mecânicas e de superfície (Andrae-Nightingale et al., 2009).

Análise instrumental por texturómetro permite simular o efeito sensorial, por exemplo o ato de mastigar é simulado com a ajuda de um teste cíclico. Gradientes, forças e os valores de energia são registados durante dois ou mais ciclos de teste, estão ligados entre si e encontram-se associados a propriedades sensoriais.

A análise de textura instrumental remove todos os elementos da subjetividade do teste. O principal problema da análise de textura consiste nas diversas formas e consistência que os gêneros alimentícios têm.

A capacidade de se obter resultados reprodutíveis requer uma preparação cuidadosa a nível de amostras e ensaios, pois bem executadas pode levar a resultados excepcionalmente correlacionáveis com a análise sensorial (Zwick&Roell, "Testing systems for texture analysis, viscosity measurement and packaging testing").

Um dos testes mais comuns usados em biscoitos, bolachas e chocolate é o teste "snap" ou "Three Point Bend Rig", como também é conhecido. Este teste permite realizar uma avaliação objetiva de quão duro o produto é.

Preparação das amostras

As amostras de chocolate foram derretidas no micro-ondas e o chocolate foi de seguida devidamente temperado e moldado em pequenas pastilhas de igual espessura e tamanho (aprox: 3mm).



Figura 7 - Fotografia das Pastilhas de chocolate moldadas para determinação da textura

As amostras de chocolate foram analisadas com texturómetro TA.XT2.plus Texture Analyser, Stable Micro Systems, o método de análise aplicado foi o Three Point Bend Rig. Os parâmetros de teste utilizados foram os seguintes:

- Célula de carga: 5Kg;
- Sonda: HDP/3PB
- Temperatura 20 °C;
- Velocidade da sonda antes da análise: 10.0 mm/s;
- Velocidade da sonda durante a análise: 1.0 mm/s;
- Velocidade da sonda após a análise: 10.0 mm/s;
- Distância: 10mm

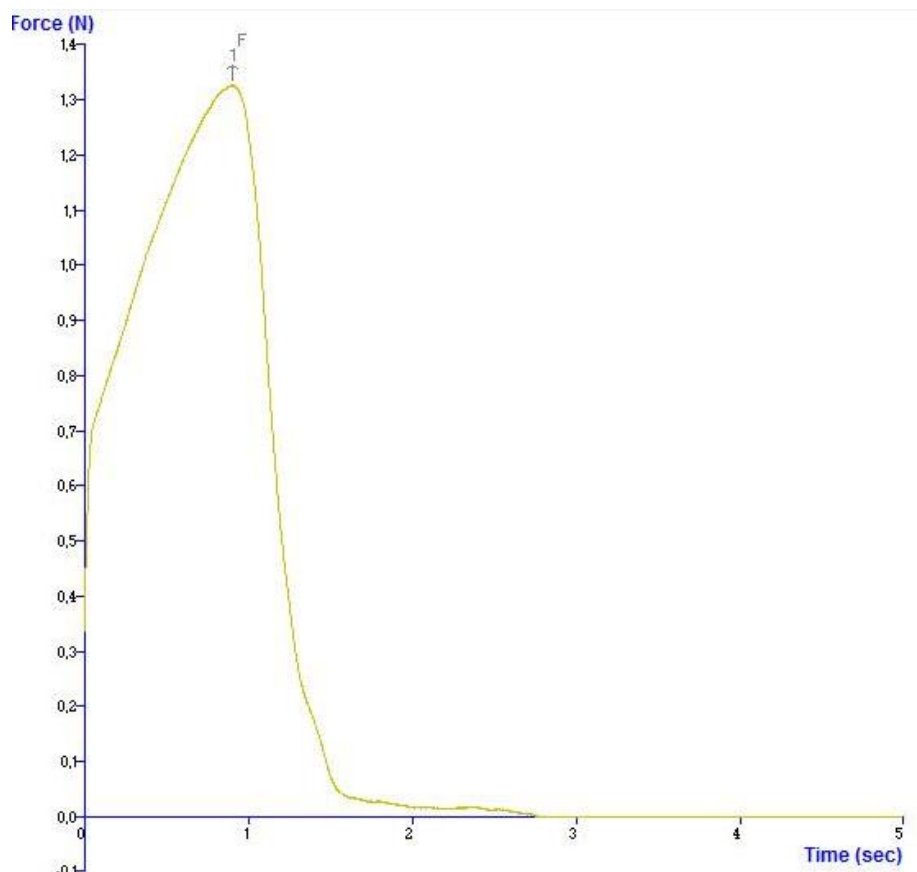


Figura 8 - Exemplo de gráfico da realização da análise pelo texturômetro a uma amostra de chocolate negro 55%

A orientação/disposição das amostras manteve-se constante ao longo de todas as análises. Os parâmetros medidos foram a dureza e a fraturabilidade.

3.7 Análise de viscosidade

A viscosidade faz parte das propriedades reológicas dos alimentos, abrange além dos fluidos, os semi-sólidos. A viscosidade pode ser definida como a medida da fricção interna de um fluido, ou seja, a resistência encontrada pelas moléculas ao se moverem no interior de um líquido, devido ao movimento Browniano e às forças intermoleculares. Esta fricção torna-se aparente quando uma camada de fluido se move em relação à outra camada. Assim, à medida que aumenta a viscosidade do fluido, aumentam as forças de atrito sendo necessário mais energia para que ocorra o “corte”, que acontece sempre que o fluido é fisicamente movido ou distribuído, como no escoamento, espalhamento, aspersão, mistura, entre outros. Os fluidos altamente viscosos necessitam de mais força para se mover do que os materiais menos viscosos (Diniz, 2009).

Preparação das amostras de chocolate

As amostras de chocolate foram preparadas e testadas de acordo com as diretrizes do IOCCC. Foi realizado um pré-aquecimento a 40°C, num banho termo-estático, sendo que as amostras de chocolate são primeiramente fundidas no micro-ondas, minuto a minuto e depois colocadas no

banho , sujeitas a agitação, para ajudar na sua homogeneização, de forma a evitar ar retido nas amostras.

Determinação da Viscosidade

O comportamento reológico do chocolate foi determinado através de um viscosímetro rotacional (Thermohaake, modelo VT550), utilizando uma sonda de cilindros concêntricos (cup-NV). O viscosímetro possui um banho termoestatizado que permite controlar a temperatura do chocolate durante o ensaio (temperatura estipulada foi de 40 ± 1 °C).

Segundo o procedimento do IOCCC, gerou-se uma curva de fluxo através do aumento da taxa de corte de $2s^{-1}$ a $50s^{-1}$ em 3 minutos, “ramp up”. A taxa de corte de $50s^{-1}$ foi mantida durante 1 minuto, seguida da diminuição da taxa de corte de $50s^{-1}$ a $2s^{-1}$ em 3 minutos, “ramp down”. A curva de fluxo tem a duração de 7 minutos (Servais, Ranc, & Roberts, 2003).

Na determinação das propriedades reológicas, o cilindro interno foi acoplado ao equipamento e a amostra foi adicionada ao cilindro externo, conectado ao equipamento, após a estabilização da temperatura a 40 °C.

O equipamento possui um sistema de aquisição de dados que permite obter os dados de tensão de corte e viscosidade, ambos em função da taxa de deformação, através do software (Haake Version 1.2), que ajusta os dados experimentais.

Os dados experimentais obtidos dos chocolates foram ajustados ao modelo reológico Windhab, que é dado pela seguinte equação (Eq.2):

$$\tau = \tau_0 + \eta_a \dot{\gamma} + (\tau_1 - \tau_0) \{1 - e^{-\frac{\dot{\gamma}}{\dot{\gamma}^*}}\}$$

Eq.2

Onde:

τ = Tensão de corte (Pa)

η_a = Viscosidade final (Pa.s)

$\dot{\gamma}$ = Taxa de deformação (s^{-1})

τ_0 = Tensão de corte inicial (Pa)

τ_1 = Tensão de corte onde a estrutura está definida (Pa)

$\dot{\gamma}^*$ = Taxa de deformação a 63,2% daquela em que a estrutura está definida (s^{-1})

Os parâmetros $\tau_1, \dot{\gamma}^*$ e τ_0 são dados pelas Equações 2, 3 e 4 respectivamente:

$$\tau_1 = \tau_n - (\tau_n - \tau_{n-1})/(\dot{\gamma}_n - \dot{\gamma}_{n-1})\dot{\gamma}_n \quad \text{Eq.3}$$

$$\dot{\gamma}^* = 2\dot{\gamma}\tau^* \quad \text{Eq.4}$$

$$\tau^* = \tau_0 + (\tau_1 - \tau_0)(1 - (1/e)) \quad \text{Eq.5}$$

3.8 Análise Sensorial

3.8.1 Análise de Aceitabilidade do Consumidor

A análise sensorial é definida como um método científico usado para evocar, medir, analisar e interpretar as respostas aos produtos, perceptíveis através dos sentidos da visão, olfato, tato, paladar e audição.

Compreende um conjunto de técnicas de medição precisas das respostas dos consumidores em relação aos alimentos, minimizando os efeitos de propensão de identificação de uma marca, entre outros fatores que possam influenciar a percepção dos consumidores.

Como tal, a análise sensorial tenta isolar as propriedades sensoriais dos próprios alimentos e fornece informações importantes e úteis no desenvolvimento de produtos (Lawless & Heymann, 2003).

O estudo de consumidores tem um papel importante no desenvolvimento de um produto. O objetivo principal dos testes afetivos que se realizam aos consumidores é avaliar uma resposta pessoal por parte dos consumidores atuais e potenciais compradores de um produto, e ainda avaliar as suas ideias ou descrição de características específicas sobre o produto em questão (Resurrecion, 1998).

Neste tipo de provas não se utilizam provadores treinados, pois como estão familiarizados com os métodos de análise sensoriais abordam o produto de um ponto de vista diferente do consumidor que não tem qualquer tipo de treino.

O estudo de aceitabilidade do bombom desenvolvido foi realizado com amostras de bombons produzidos com chocolate branco e negro 55%, 70%, 83%.

Os bombons foram produzidos na empresa Casa Grande *Chocolatier* para garantir que, com a colaboração da mestre chocolateira, as amostras fossem semelhantes em termos de espessura da base de chocolate, tamanho do bombom e ainda colocação de recheios.

O teste de aceitabilidade foi realizado recorrendo a 62 consumidores, que avaliaram 4 tipos de chocolate (branco, negro 55%, 70% e 83%) com recheio de queijo e compota de morango.

Ficha de Prova

A avaliação da aceitabilidade foi realizada com uma ficha de prova e uma escala hedónica de 9 pontos, pois é de fácil compreensão para os consumidores, sendo a mais adequada para testes de estudo de consumidores.

Foi pedido aos consumidores que provem as amostras de bombons codificadas e que assinalem na ficha de prova, consoante o código da amostra, o seu grau de apreciação. Por fim foi ainda pedido que respondessem a duas questões: “compraria o produto?” e “o que mudaria neste produto?”

Foram atribuídos códigos aos tipos de bombons

Tabela 8 - Codificação das Amostras

Tipo de Chocolate	Código Sensorial
Branco	641
Negro 55%	377
Negro 70%	824
Negro 83%	263

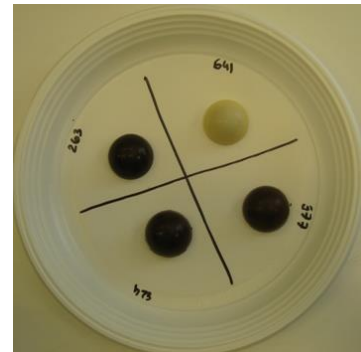


Figura 9 - Prato das provas sensoriais com as amostras de chocolate codificadas

4. Discussão de Resultados

A realização deste trabalho, teve como objetivo o desenvolvimento de um bombom de chocolate com recheio de queijo fundido e compota de fruta. Para tal, realizaram-se vários ensaios experimentais nos quais se variou o tipo de queijo e a compota, até se alcançar uma formulação final satisfatória.

Numa primeira abordagem do desenvolvimento do bombom proposto, foram realizados alguns ensaios preliminares, experimentando uma combinação de compotas de abóbora com dois queijos já fundidos industrialmente (queijo *Queru* e *Philadelphia*).

A opção recaiu sobre estes queijos, pois são de fácil aquisição no mercado e já se encontram num estado de manipulação adequado à introdução no recheio.

Posteriormente foram testados outros queijos (*Quinta do convento*, *Senras*), combinados com três compotas diferentes (morango, cereja negra e mirtilo).

4.1 Ensaio Preliminar

Testou-se inicialmente o queijo *Philadelphia* e queijo *Queru* incorporados no bombom em conjunto com compota de abóbora.

Queijo *Philadelphia*

O queijo *Philadelphia* foi imediatamente descartado, uma vez que ao fim de poucos dias era visível a desidratação total do queijo por estar em contato direto com a compota. O queijo adotou a forma de uma bola rija e a compota de abóbora evidenciava estar muito mais líquida e dispersa, como se pode observar na figura 10a):

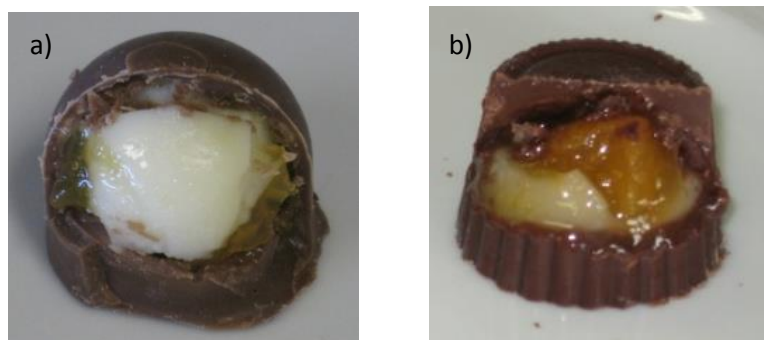


Figura 10 – a) Bombom com recheio de queijo *Philadelphia* e compota de abóbora; b) Bombom com recheio de queijo *Queru* e compota de abóbora

Queijo *Queru*

O queijo *Queru* por sua vez, sendo um queijo mais cremoso não verificou uma desidratação tão acentuada (figura 10b)). Esta desidratação atribui-se a fenômenos de desidratação osmótica.

Assim sendo estipulou-se que o queijo que se iria fundir em laboratório teria de ter uma consistência semelhante à do queijo *Queru*, cremoso e pastoso, sendo depois otimizado pela adição de outros constituintes de forma a ultrapassar o obstáculo da desidratação do queijo, quando incorporado em conjunto com a compota de fruta.

4.2 Desenvolvimento do bombom com queijo e recheio de compota

Queijo Quinta do Convento

Tendo como base o queijo *Queru* em termos de textura/consistência, procurou fundir-se o queijo *Quinta do Convento* curado amanteigado (com aproximadamente 40% teor de gordura).

Foram confeccionados bombons de chocolate negro 70%, com o queijo fundido e compotas de frutas (morango, cereja negra e mirtilo), armazenados à temperatura ambiente. No entanto ainda era visível com o passar do tempo a desidratação do queijo.

As diferenças nos níveis de atividade de água entre componentes constituem uma força motriz para a migração da humidade. O conhecimento de se a água irá absorver ou ser absorvida por um determinado componente particular do produto em questão é essencial para evitar a degradação do mesmo, especialmente se a substância for sensível à humidade.

Dois ingredientes/componentes com o mesmo teor de humidade podem não ser compatíveis quando misturados, no entanto se esses dois componentes apresentarem valores de atividade de água semelhantes, a água irá ajustar-se entre os componentes até que se atinja um equilíbrio (Devices, 2006).

Neste sentido, e uma vez que as compotas de frutas utilizadas nos bombons contêm na sua constituição açúcar, ao entrarem em contato direto com o queijo provocam a sua desidratação. Para superar este obstáculo adicionou-se açúcar ao queijo fundido, para criar um equilíbrio osmótico dentro do bombom, evitando ao máximo a desidratação do queijo para as compotas de frutas. Foram feitas diversas fusões do queijo com concentrações de açúcar diferentes (70 a 20%).

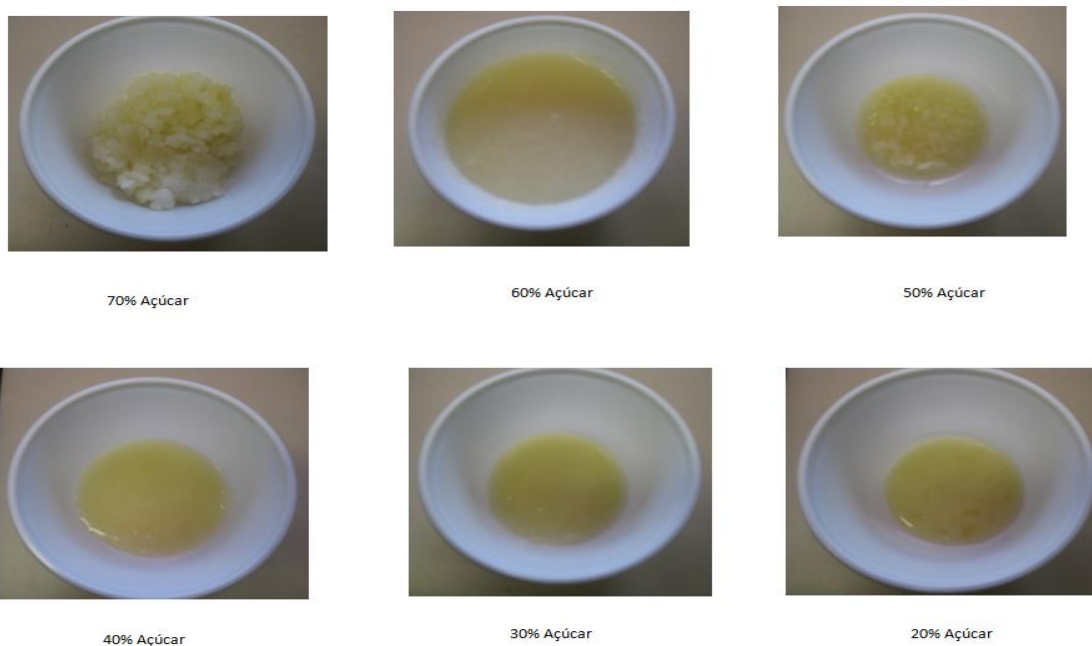


Figura 11 - Formulações de queijo fundido com diferentes concentrações de açúcar

Observando a Figura 11 é possível concluir que apenas as concentrações de 20%, 30% e 40% de açúcar são aceitáveis, pois nas outras concentrações o açúcar (50%, 60% e 70%) não se dissolve, sendo visíveis os cristais de açúcar à superfície do queijo.

Posteriormente foram confeccionados bombons de chocolate negro 70%, nos quais foi incorporado queijo fundido nas concentrações de 20%, 30% e 40%, e compota de morango, cereja negra e mirtilo, sendo que foi feita uma análise da atividade de água do bombom ao longo do tempo.

Verificou-se que com a adição do açúcar no queijo a desidratação era mínima, no entanto surgiu outro obstáculo, aparecimento de bolores no queijo, conforme se pode visualizar na figura 12. Assim sendo optou-se pela adição de um conservante no queijo, sorbato de potássio (o mesmo conservante utilizado nas compotas de morango, cereja negra e mirtilo). De acordo com a Norma Portuguesa NP-1792/1986 referente aos conservantes, é permitido adicionar-se um máximo de 2g/Kg, estímulos ou em mistura, expresso no respetivo ácido.



Figura 12 - Presença de bolores nos bombons

Queijo *Senras*

Ao fundir-se este queijo em laboratório utilizando a ultima formulação otimizada foi possível reduzir e estabilizar os valores de atividade de água das compotas de frutas e do queijo ao longo do tempo de estudo (26 dias).

O queijo manteve um aspeto cremoso e pastoso, a sua desidratação foi mais lenta e gradual, no entanto as compotas mantiveram a sua estrutura, nunca se tornando demasiado líquidas. Os resultados podem ser visualizados na figura 13. Apesar da adição do conservante ao queijo não foi possível controlar o crescimento microbiano por completo, registando-se o crescimento de bolores ao fim de um mês.



Figura 13 - Bombom de queijo *Senras* fundido e compota de frutas (morango, cereja negra e mirtilo)

4.3 Controlo da estabilidade dos recheios

4.3.1 Atividade de água

Queijo *Queru* e Compota de Abóbora

Conforme referido anteriormente foram realizados testes preliminares com o queijo, sendo que constituiu o ponto de partida para a definição da formulação final do queijo fundido a integrar o recheio. Na tentativa de perceber como interagem estes dois produtos quando incorporados em conjunto dentro do bombom, foi determinada a atividade de água de diversas formas (amostras de queijo e compotas de abóbora sem terem sido incorporadas no bombom e amostras incorporadas no bombom de chocolate). Foi ainda controlada a atividade de água do queijo como único constituinte do recheio do bombom.

A estabilidade dos recheios foi estudada monitorizando a atividade de água existente nos dois constituintes do recheio, assim como a humidade do queijo.

Os dois componentes do recheio têm comportamentos muito distintos no que diz respeito ao equilíbrio do seu teor em água.

Como tal, a monitorização deste parâmetro ajuda a perceber como se irão comportar ao longo do tempo de vida útil, não só em termos microbiológicos, mas também na manutenção da textura e

estabilidade da estrutura dos dois recheios dentro do bombom. Em ambos os casos de estudo da atividade de água, as amostras encontravam-se refrigeradas à mesma temperatura e foram monitorizadas durante 20 dias (figura 14, 15, 16 e 17).

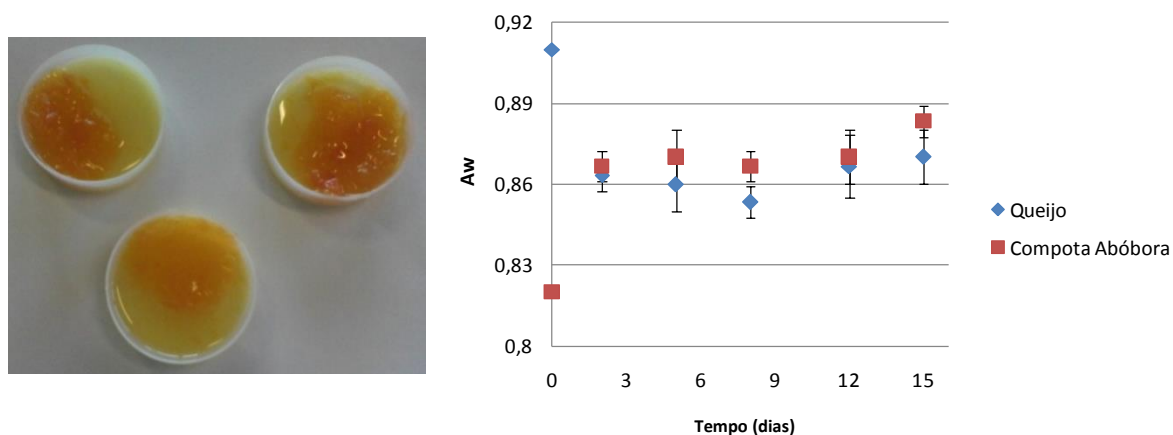


Figura 14 - Evolução da Aw do queijo Queru e compota de abóbora, incorporados dentro de embalagens ao longo de 17 dias

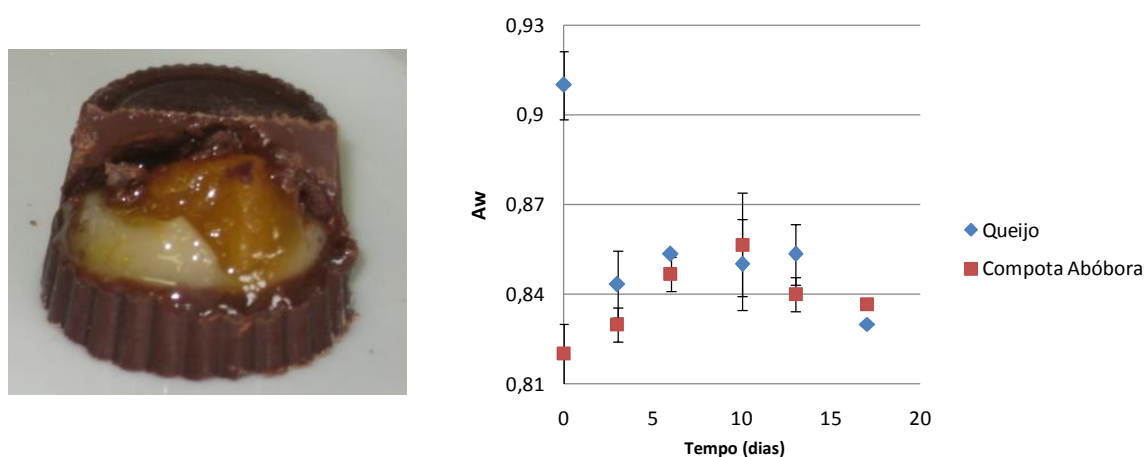


Figura 15 - Evolução da Aw do queijo Queru e compota de abóbora, armazenada em conjunto ao longo de 15 dias

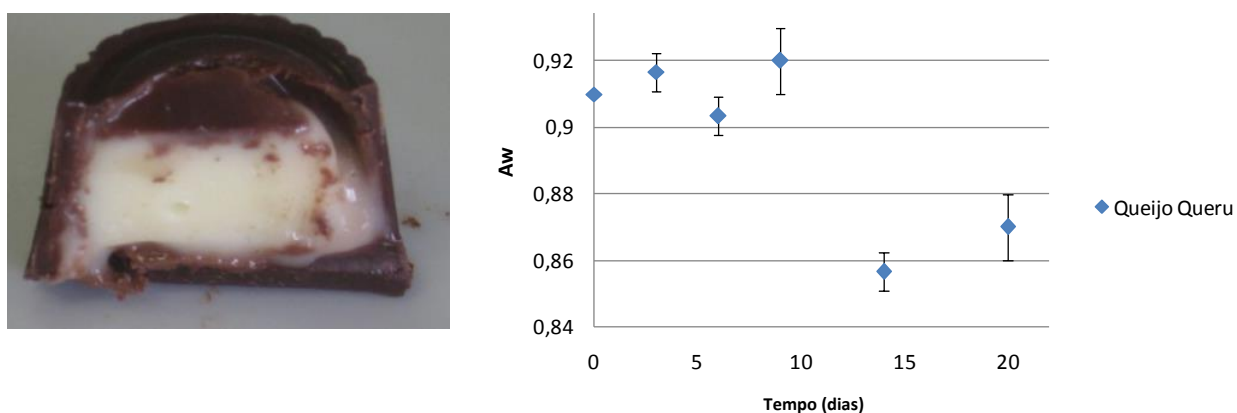


Figura 16 - Evolução da Aw do queijo Queru incorporado dentro do bombom de chocolate negro 55%, ao longo de 20 dias

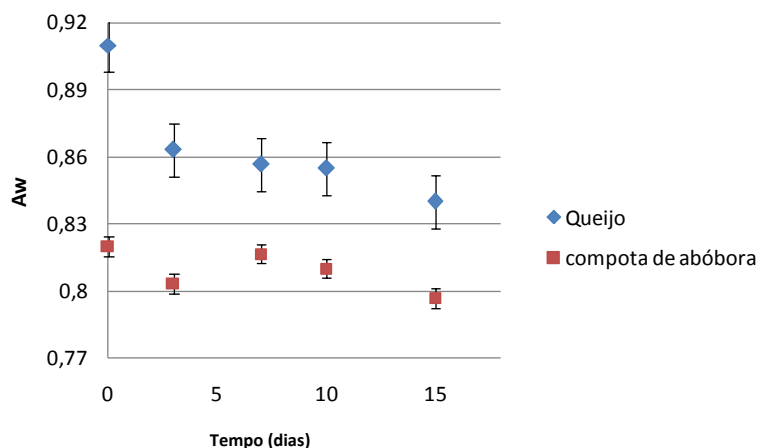


Figura 17 - Evolução da Aw do queijo Queru e compota de abóbora, incorporados dentro do bombom de chocolate negro 55%, separados por uma fina camada de chocolate, ao longo de 15 dias

É claramente visível nos gráficos representados nas Figuras 14,15,16 e 17, que o queijo tem uma atividade de água inicial de 0,91Aw, que é muito superior à da compota de abóbora (0,82 Aw). De uma forma geral, observa-se ao longo dos dias de armazenamento uma considerável descida da atividade de água do queijo e aumento da atividade de água da compota no bombom.

Nos resultados apresentados no gráfico da figura 14 verifica-se maiores valores de atividade de água para a compota de abóbora, tais resultados podem estar relacionados com o fato do queijo e da compota estarem em contato direto sem qualquer influência do chocolate.

No caso do queijo e compota no bombom, os resultados (figura 15) mostram uma descida de atividade de água do queijo e uma ligeira subida da atividade de água da compota, ao fim de 6 dias é visível uma estabilização entre os valores de atividade do queijo e da compota, no entanto ao longo dos 17 dias de análise realizadas a estas amostras, foi visível a crescente desidratação do queijo, este adquiriu uma consistência mais dura e por sua vez a compota tornou-se extremamente líquida.

A figura 16 mostra a Aw do queijo dentro do bombom, cujo objetivo era visualizar a evolução da atividade de água do queijo sem a presença da compota, de forma a avaliar que diferenças se poderiam verificar, pelo facto deste estar confinado num ambiente fechado e em contato com o chocolate e as paredes internas do bombom. Os bombons contendo apenas queijo como recheio foram armazenados em ambiente refrigerado $\pm 7^{\circ}\text{C}$, e conforme se pode ver no gráfico o queijo mantém a mesma atividade de água durante 9 dias, verificando-se uma ligeira subida a partir dos 14 dias.



Figura 18 - Bombom de chocolate negro 55%, com recheio de queijo Queru

Os bombons contendo apenas o queijo *Queru* evidenciaram alterações à superfície do chocolate, ao fim de 9 dias, conforme demonstra a figura 18, é possível verificar-se o aparecimento de uma cor amarelada à superfície do bombom, alteração esta que se pode atribuir a uma possível migração da humidade do queijo para o chocolate.

O Gráfico da figura 17 mostra uma descida acentuada dos valores de atividade de água do queijo *Queru*, no entanto em relação à compota de abóbora os valores de A_w mantiveram-se semelhantes ao longo dos 15 dias de análise, sem flutuações. No bombom era claramente visível que o fato de haver uma camada fina de chocolate a separar o queijo da compota, impediu a desidratação do queijo, observou-se que este se manteve sempre cremoso e a compota de abóbora não retirou água ao queijo, mantendo assim a sua consistência sem se tornar demasiado líquida. No entanto, apesar de haver um equilíbrio entre os dois componentes, não é uma opção viável em termos de processamento industrial de bombons.

Queijo Curado Amanteigado e Compota de morango, cereja negra e mirtilo

Tal como referido anteriormente, fundiu-se em laboratório queijo curado amanteigado, de marca *Quinta do Convento*, e realizaram-se três formulações deste queijo com diferentes concentrações de açúcar (20%, 30%, 40%). Foram confeccionados bombons de chocolate, nos quais se utilizaram os queijos com as diferentes concentrações de açúcar e as compotas de morango, cereja negra e mirtilo.

Nesta fase foi também monitorizada a atividade de água, para do mesmo modo, avaliar a estabilidade dos constituintes do recheio. Os resultados apresentam-se na figuras 19, 21, 23 e 24.

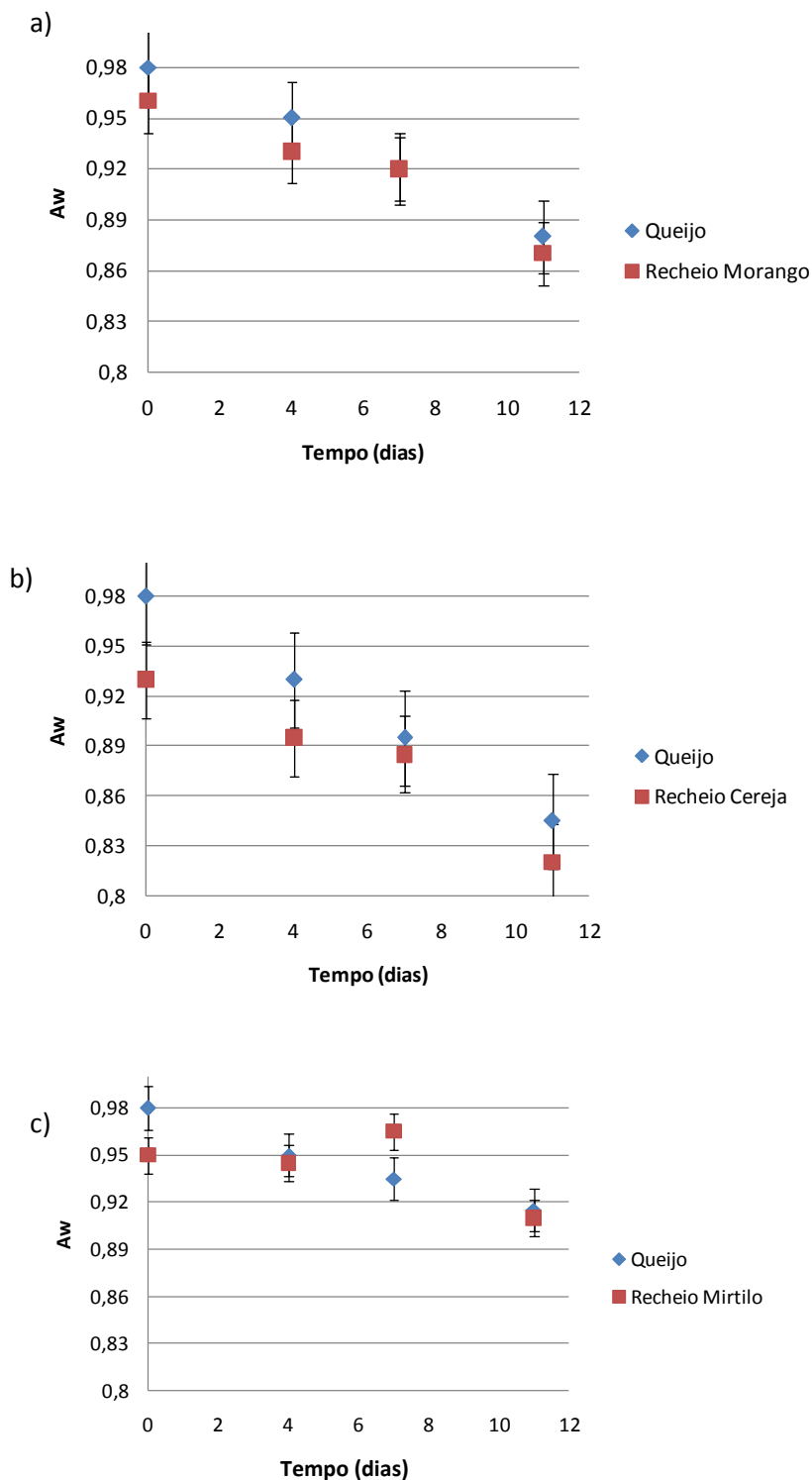


Figura 19 - a) Evolução da A_w do queijo fundido (20% de açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%; b) Evolução da A_w do queijo fundido (20% de açúcar) e compota de cereja negra como recheio, no bombom de chocolate negro 70%; c) Evolução da A_w do queijo fundido (20% de açúcar) e compota de mirtilo como recheio, no bombom de chocolate negro 70%;

Observando os gráficos verifica-se que a adição de açúcar na concentração de 20% ao queijo demonstrou que se criou um certo equilíbrio entre a atividade de água de cada um dos recheios,

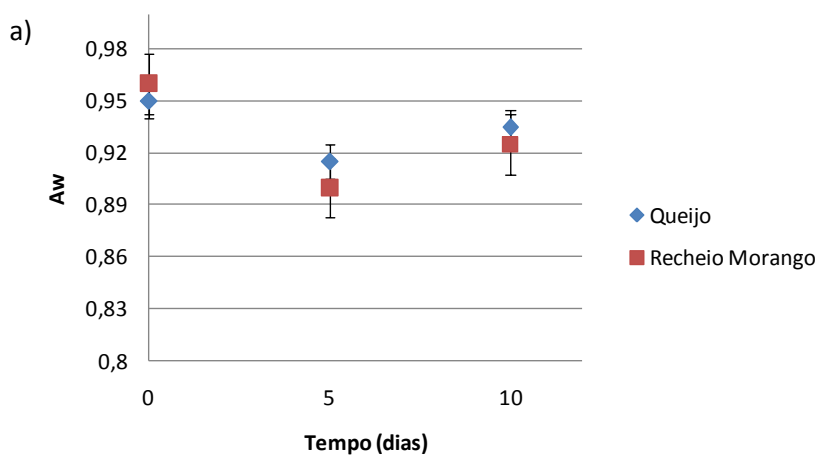
pois demonstram valores muito próximos uns dos outros, com exceção de algumas amostras que apresentam valores mais irregulares, resultado de possíveis erros de operador durante as medições. É de realçar que estes recheios de fruta apresentam valores de atividade de água inicial que diferem da compota de abóbora inicialmente testados, uma vez que representam compotas diferentes e de marcas diferentes.

Ao fim de 11 dias, os Bombons apresentaram formação de bolores no queijo, como se pode observar na figura 20.



Figura 20 - Fotografias de bombons de chocolate negro 70% com recheio de compota de morango, cereja negra, mirtilo e queijo fundido (20% de açúcar), onde é visível o crescimento de bolores

Na figura 21 pode observar-se a evolução de atividade de água em bombons com queijo curado amanteigado, fundido com 30% de açúcar.



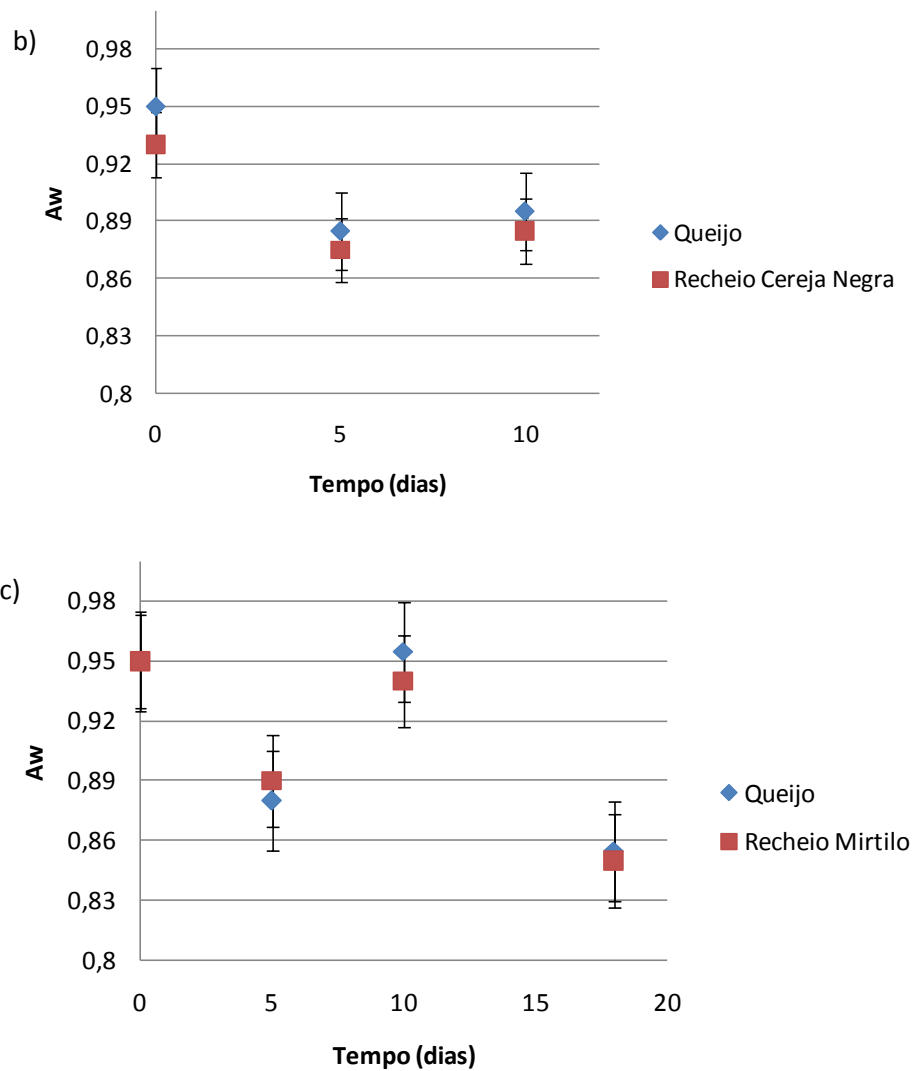


Figura 21 - a) Evolução da Aw do queijo fundido (30% açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%; b) Evolução da Aw do queijo fundido (30% açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%; c) Evolução da Aw do queijo fundido (30% açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%;

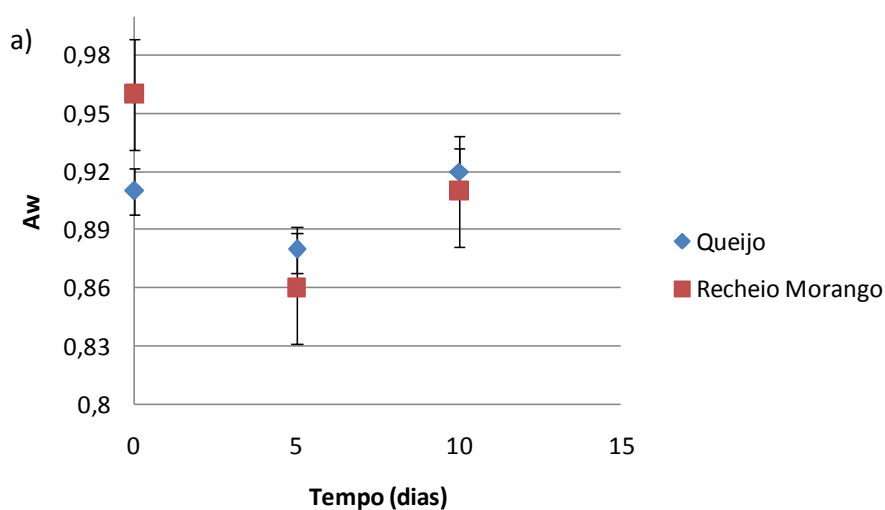
Tal como se verifica na concentração de 20% de açúcar, o queijo e as compotas de fruta procuram atingir um equilíbrio dentro do bombom, apresentando valores semelhantes ao longo do tempo. Nestes bombons voltou a verificar-se o crescimento de bolores, nomeadamente ao fim de 10 dias no bombom de Mirtilo (figura 22).



Figura 22 - Presença de bolores no Bombom de mirtilo e queijo fundido (30% de açúcar)

No entanto o aspeto do recheio em termos de consistência manteve-se tal como esperado, os dois constituintes mantiveram-se separados (não se misturaram entre si), apresentando a consistência característica de cada um.

No caso dos bombons confeccionados contendo queijo com 40% de açúcar é possível verificar, que o recheio de mirtilo foi aquele que se ajustou melhor a esta formulação, uma vez que apresenta valores muito semelhantes (figura 23). A formulação de 40% foi a única que não evidenciou crescimento de bolores no queijo, dentro dos bombons.



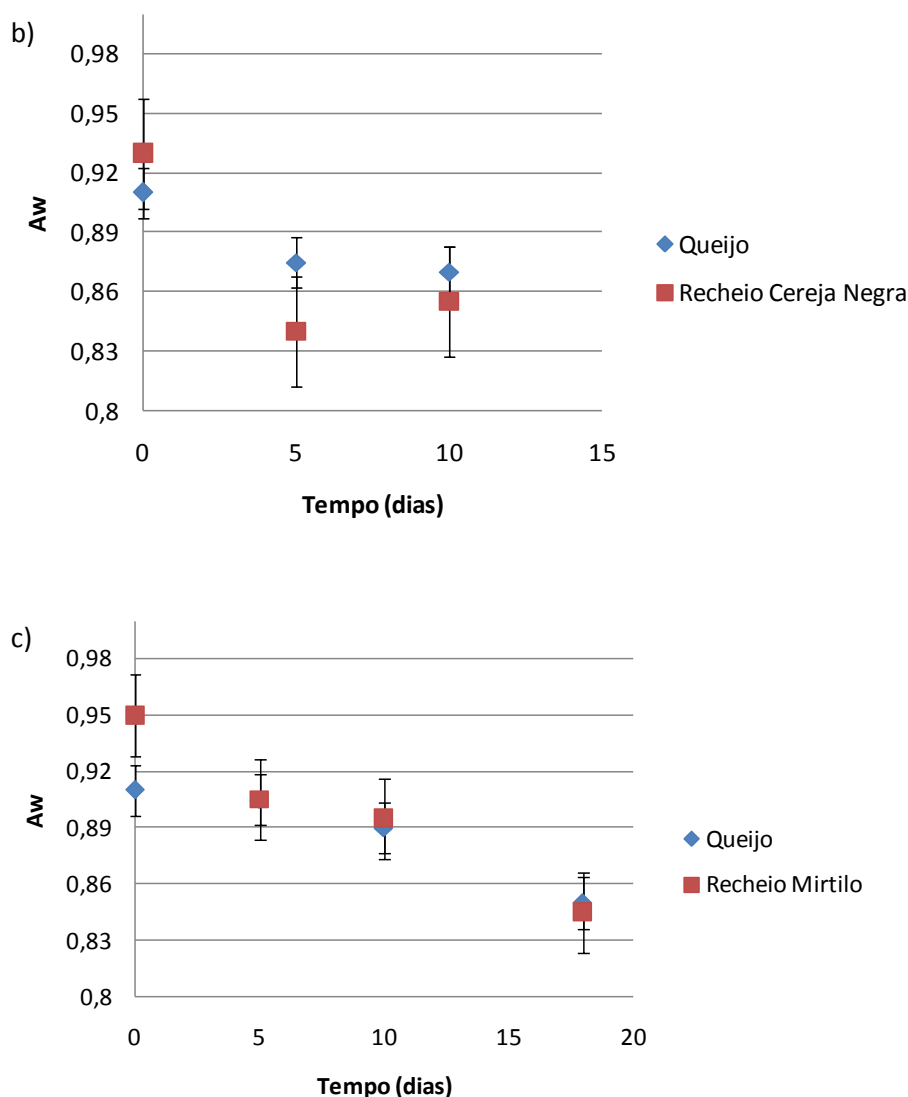


Figura 223 a) Evolução da Aw do queijo fundido (40% açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%; b) Evolução da Aw do queijo fundido (40% açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%;; c) Evolução da Aw do queijo fundido (40% açúcar) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%;

Uma vez que se verificou crescimento de bolores em vários bombons, decidiu-se como referido anteriormente, introduzir na formulação o conservante, sorbato de potássio, no bombom de recheio de queijo fundido com 30% de açúcar. A decisão recaiu sobre a formulação contendo 30% de açúcar e não 40%, apesar deste último não evidenciar bolores, uma vez que o queijo apresenta uma melhor consistência e palatabilidade. Na figura 24 apresenta-se o resultado da monitorização da atividade de água nestes bombons, conservados com sorbato de potássio.

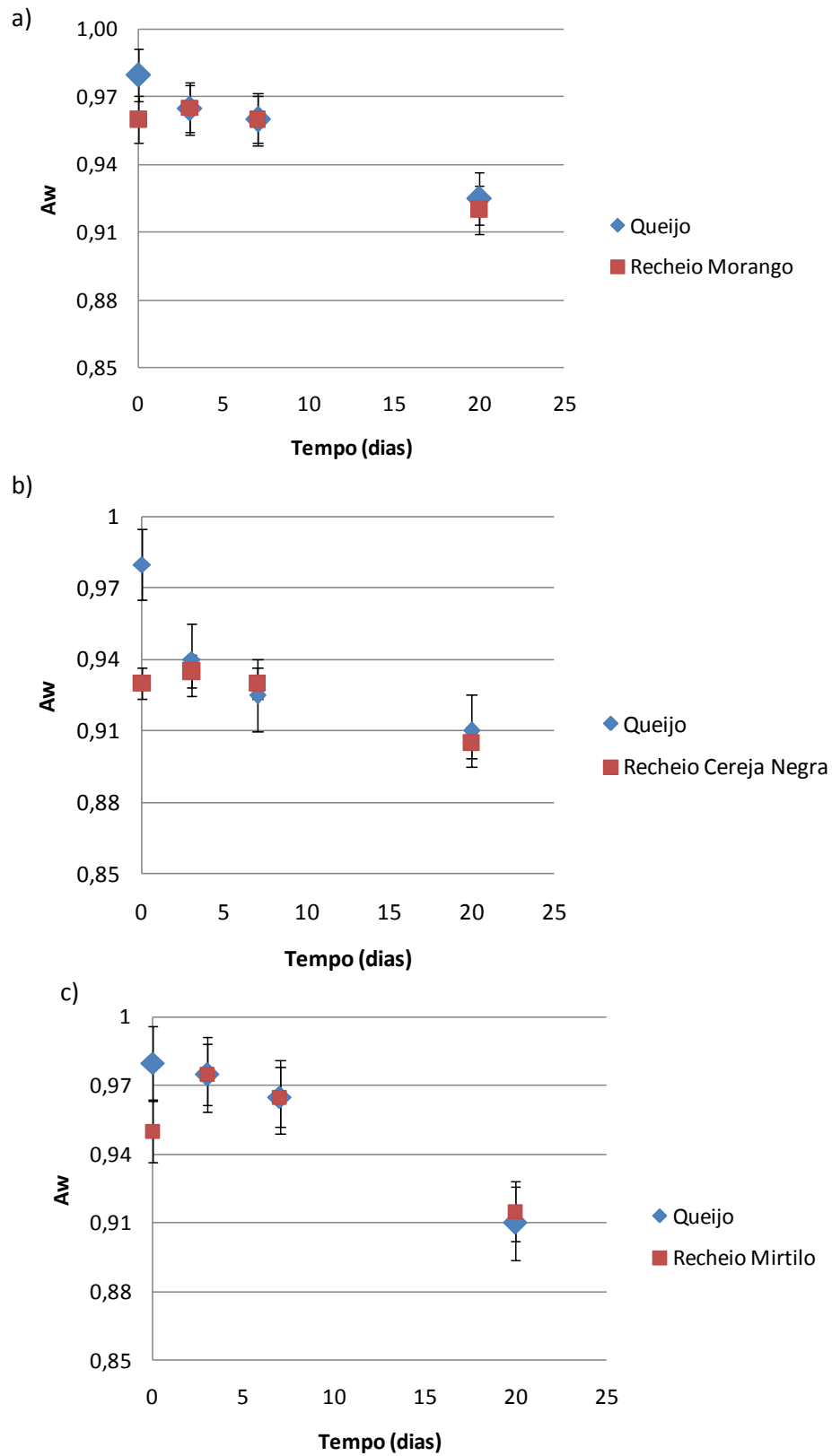
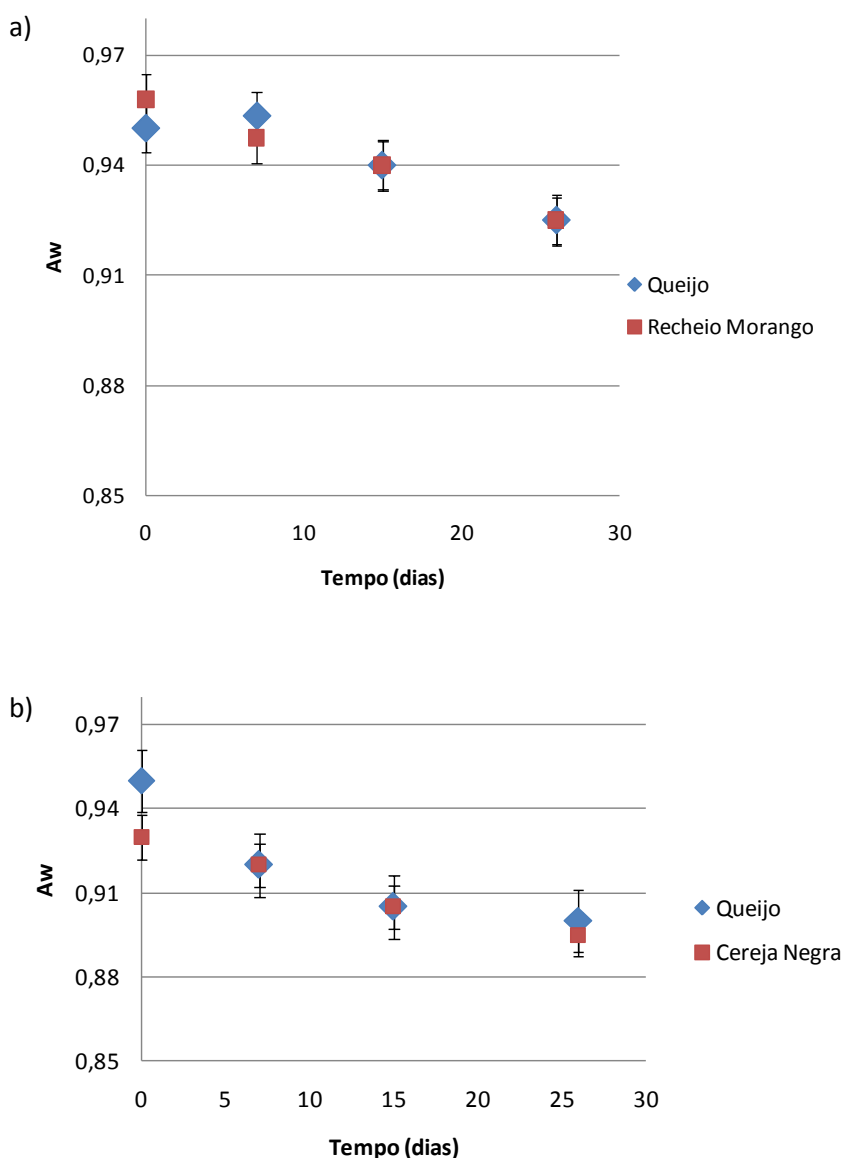


Figura 24 a) Evolução da Aw do queijo fundido (sorbato de potássio) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%;b) Evolução da Aw do queijo fundido (sorbato de potássio) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%; c) Evolução da Aw do queijo fundido (sorbato de potássio) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%.

Os resultados obtidos mostram que existe um equilíbrio entre os recheios de frutas e o queijo fundido. Apesar dos valores de atividade de água registrados serem demasiado elevados, principalmente nas compotas de frutas, não se verificou crescimento de bolores dentro dos bombons, durante os 20 dias de análises.

O queijo curado amanteigado, *Quinta do Convento*, serviu de base aos ensaios experimentais de trabalho da fusão do queijo, até se chegar a uma formulação final que daria continuidade a este estudo, que consistiu na adição de sais de fusão, açúcar, sorbato de potássio e água (usada na diluição do sal de fusão e o conservante).

No entanto quando se passou para o queijo final, *Senras*, houve a necessidade de se alterar a formulação e reduzir a quantidade de água a adicionar na diluição do sal de fusão e conservante, uma vez que este queijo é mais amanteigado e possui um teor de humidade mais elevado.



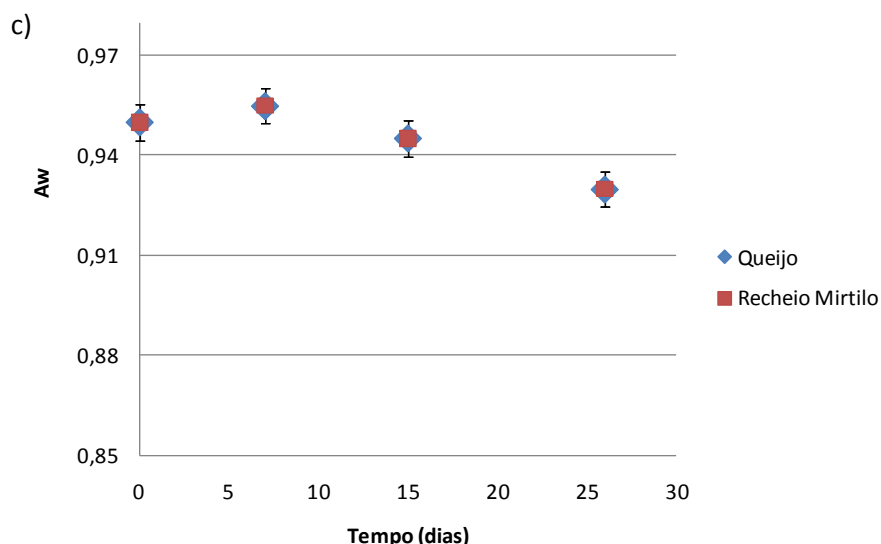


Figura 25 a) Evolução da Aw do queijo *Senras* fundido (c/sorbato de potássio) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%;b) Evolução da Aw do queijo *Senras* fundido (c/sorbato de potássio) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%; c) Evolução da Aw do queijo *Senras* fundido (c/sorbato de potássio) e compota de morango como recheio, no bombom de chocolate negro 70%.

Conforme se pode observar nos gráficos da figura 25, mais uma vez se verifica um equilíbrio entre o queijo e as compotas de fruta, uma vez que os valores de atividade de ambos estabilizaram ao longo do tempo em valores muito próximos. Porém mesmo o queijo fundido contendo o sorbato de potássio (conservante) na sua formulação, registou-se crescimento de bolores ao fim de 15 dias nos bombons com recheio de morango e nos bombons de mirtilo, ao fim de 26 dias de análises (figura 26).



Figura 26 – Bolores no bombom de chocolate negro 70% com compota de morango e queijo *Senras* fundido

Os bombons de Cereja Negra foram os únicos que nunca registaram crescimento de bolores. De acordo com a tabela 2 (introdução), que demonstra a relação entre o crescimento microbiano e a atividade de água dos alimentos, pode concluir-se que tanto o queijo como as compotas de frutas utilizados no desenvolvimento deste novo produto possuem elevados valores de atividade de água, muito propensos ao crescimento microbiano. O facto destes dois componentes serem

introduzidos como recheio no bombom de chocolate, torna bastante difícil o controlo do crescimento microbiano, uma vez que o queijo é um produto perecível que necessita de temperatura de refrigeração para a conservação da qualidade, o chocolate já não precisa de ser armazenado em ambiente refrigerado. Há um contra senso entre os diversos ingredientes. No entanto, a temperatura e a humidade a que estão expostos constituem fatores fulcrais para o controlo microbiano e/ou manutenção da qualidade.

A medição da atividade de água foi uma das análises continuadas ao longo do desenvolvimento deste trabalho, uma vez que com a sua determinação é possível prever o potencial crescimento microbiano e a perda de qualidade em geral (AquaLab, 2012).

É de realçar que reduzindo a atividade de água, pode-se excluir certas classes de microrganismos, no entanto não impede por completo o crescimento microbiano, o que implica que seja feito um estudo mais aprofundado deste parâmetro de segurança microbiológica.

4.3.2 Humidade do Queijo

A determinação do teor de humidade é essencial para atender às regulamentações de rotulagem nutricional dos produtos, especificações de receitas e monitorização do parâmetro da qualidade. No entanto, o teor de água por si só não é um indicador confiável em relação a atividade microbiana e reações químicas nos materiais, daí recorrer-se em simultâneo ao controlo da atividade de água.

Efetuiu-se a determinação da humidade do queijo antes e depois de ser submetido ao processo de fusão, processo esse que altera a composição do queijo, pois são adicionados outros compostos (sais de fusão, água, conservante e açúcar). Os resultados da determinação da humidade, estão representados na seguinte tabela:

Tabela 9 - Teor de Humidade do Queijo Senras

	Amostras	Teor de humidade (%)
Queijo Senras Natural	Amostra 1	51,38%
	Amostra 2	51,66%
Queijo Senras Fundido	Amostra 1	39,16%
	Amostra 2	42,67%

Como se pode verificar pela Tabela 9, o queijo *Senras* que foi submetido a uma alteração tecnológica para ser fundido, foi o que demonstrou ter menor teor de humidade em comparação com o queijo *Senras* natural.

Durante o processo de fusão do queijo é-lhe adicionado uma considerável quantidade de água, de forma a torná-lo mais pastoso e cremoso em termos de consistência, e é-lhe ainda adicionado açúcar de forma a propiciar um equilíbrio osmótico com a compota de fruta dentro do bombom.

Mesmo provocando esta alteração no queijo, que se torna visivelmente mais pastoso, os resultados demonstram que o queijo *Senras* Natural possui cerca de 10% mais de humidade que o queijo *Senras* fundido. Isto deve-se em parte à alteração tecnológica a que o queijo foi submetido, na qual lhe foi adicionado açúcar, sais de fusão e água à formulação.

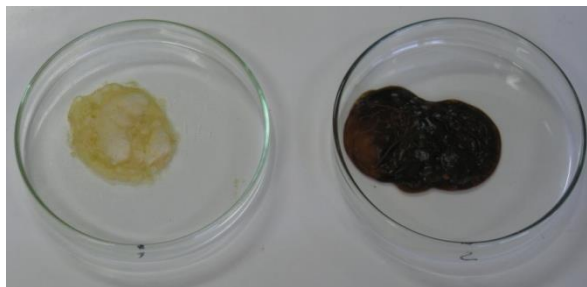


Figura 24 - Determinação da humidade do Queijo Senras Natural (1) e Queijo Senras fundido (2)

Como se pode visualizar na figura 24, o queijo *Senras* fundido (2) depois de ir à estufa (etapa que faz parte da determinação da humidade) apresenta-se com uma cor muito mais escura que o queijo *Senras* normal (1), isto verifica-se devido à caramelização do açúcar. Esta reação de escurecimento não enzimática (reação de Maillard) pode acontecer quando o calor provoca a quebra das moléculas de açúcar. A intensidade do escurecimento depende do teor de açúcar presente no queijo, e da capacidade das proteínas do queijo permanecerem hidratadas (*Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*, 2006). Uma vez que é adicionado açúcar à formulação de fusão do queijo, este apresenta um escurecimento muito mais acentuado que o queijo *Senras* Natural.

4.4 Caracterização das propriedades reológicas do chocolate

A caracterização das propriedades reológicas do chocolate usado neste produto consistiu na avaliação e comparação da textura e viscosidade dos diferentes tipos de chocolate usado na produção de bombom, avaliando a influência da percentagem de cacau (ou manteiga de cacau) na dureza/fraturabilidade e escoamento (comportamento reológico), respetivamente.

4.4.1 Textura

O chocolate é na sua essência, massa de cacau e açúcar suspensos em manteiga de cacau. A manteiga de cacau possui uma textura diferente, devido às interações únicas de estruturas lipídicas polimórficas. As variadas condições de armazenamento, assim como as flutuações de temperatura, podem levar à formação do efeito «*flor*» (principal causa de perda de qualidade no chocolate), que se reflete não só a nível visual, mas também textural.

A textura é uma combinação da estrutura física do material e das suas propriedades mecânicas e superficiais. O chocolate produz uma sensação única na boca, isto porque a manteiga de cacau tem um ponto de fusão específico, muito próximo ao valor da temperatura corporal.

O tamanho das partículas do chocolate é de extrema importância, pois afeta a sensação do chocolate ao se dissolver na boca. A sensação normal do chocolate ao ser consumido, reflete-se na sua extrema suavidade, no entanto quando há formação do efeito «*flor*» a textura é alterada e é visivelmente perceptível a diferença na degustação do chocolate (Andrae-Nightingale et al., 2009).

No decorrer deste trabalho, efetuou-se a determinação da textura de pastilhas de chocolate branco e chocolate negro com teor de cacau de 55%, 70% e 85%, sendo que os únicos parâmetros avaliados foram a dureza e a fraturabilidade. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Tabela 10 - Valores das médias e desvio padrão dos parâmetros de dureza e fraturabilidade dos 4 tipos de chocolate analisados

	Dureza		Fraturabilidade	
	Média	Desv.Pad	Média	Desv.Pad
Chocolate Branco	4,15	0,62	107,43	0,16
Chocolate Negro 55%	2,01	0,56	108,26	0,20
Chocolate Negro 70%	3,19	0,90	107,57	0,15
Chocolate Negro 83%	2,18	0,49	108,19	0,23

A análise de variância realizada aos resultados (tabela 37 dos apêndices III), revela a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras.

Procedeu-se a um teste post-hoc (teste de Tuckey), com intuito de investigar quais as amostras significativas / diferentes (Tabela 11 e 12).

Tabela 11 - Teste Tukey (HSD), à variável Dureza

Diferenças significativas, $p < 0,05000$				
	Br	N55	N70	N83
Br		0,000146	0,000179	0,000146
N55	0,000146		0,000382	0,449467
N70	0,000179	0,000382		0,023567
N83	0,000146	0,449467	0,023567	

Tabela 12 - Teste Tukey (HSD), à variável Fraturabilidade

Diferenças significativas, $p < 0,05000$				
	Br	N55	N70	N83
Br		0,000146	0,709452	0,000146
N55	0,000146		0,000146	0,059270
N70	0,709452	0,000146		0,000146
N83	0,000146	0,059270	0,000146	

Os resultados obtidos, apresentados na tabela 37 (nos Apêndices III), mostram que existem diferenças significativas entre os diferentes tipos de chocolates relativamente aos parâmetros de dureza e fraturabilidade (ANOVA ($p < 0,05$)).

Através do teste de Tuckey foi possível investigar que dos quatro tipos de chocolates, apenas o chocolate negros 55% e 83% apresentam valores semelhantes para a dureza. Quanto ao parâmetro da fraturabilidade, o chocolate branco apresenta valores semelhantes ao do chocolate negro 70% e os chocolates negros 55% e 83% também apresentam valores semelhantes entre si.

Na generalidade o chocolate negro é mais duro e firme, mais difícil de mastigar e derrete de forma mais lenta na boca, em comparação com o chocolate de Leite ou chocolate Branco, que deixam um rasto mais suave na boca (devido ao teor de gordura).

Há estudos que referem a existência de uma forte correlação positiva entre a dureza instrumental e o conteúdo de gordura sólida do chocolate. O teor de gordura presente no chocolate influencia as características sensoriais, tais como a dureza, sensação na boca e espalhabilidade (Andrae-Nightingale et al., 2009).

Tabela 13 - Correlação entre os parâmetros de Dureza e Fraturabilidade

Correlações significativas quando $p < 0,05000$		
	Dureza	Fraturabilidade
Dureza	1,00	-0,73
Fraturabilidade	-0,73	1,00

Conforme se pode visualizar na tabela 13, os parâmetros de dureza e fraturabilidade possuem uma correlação forte. Conclui-se que os chocolates mais duros são os amargos, pois possuem uma menor percentagem de gordura e maior de cacau.

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que os chocolates de maior dureza seguem a seguinte ordem: chocolate negro 55%, chocolate negro 83%, chocolate negro 70% e por fim o chocolate branco. Teoricamente o chocolate negro 83% deveria ser aquele que evidenciara maior dureza, pois dos quatro tipos de chocolate analisados é aquele que maior teor de cacau tem na sua composição. O fato dos resultados referirem o chocolate negro 55% como o mais duro pode resultar de erros de operador durante a análise de determinação de textura em laboratório.

O fato dos resultados evidenciarem uma aproximação entre o chocolate branco e o chocolate negro 70%, invés do chocolate negro 55% (é aquele que mais teor de gordura tem dos três tipos de chocolate negros analisados), pode justificar-se com erros de operador durante as determinações de textura realizadas em laboratório.

4.5 Viscosidade do chocolate

A viscosidade é uma propriedade física do chocolate, muito importante na medida em que determina não só a qualidade do produto final, como também as propriedades de manipulação do mesmo durante o processamento do próprio bombom.

Vários estudos têm sido realizados na tentativa de ajustar o comportamento deste fluido a modelos reológicos conhecidos (Viana, 2010).

Neste trabalho realizou-se um estudo comparativo entre os diferentes tipos de chocolates, relativamente ao seu comportamento “reológico” e procurou-se ajustar os dados obtidos para cada um deles ao modelo Windhab.

Este modelo, segundo o IOCCC (*Organização Internacional do Cacau, Chocolate e Produtos de Confeitaria*), é atualmente aquele que melhor descreve o escoamento de chocolates.

Modelo Windhab

Para a determinação da viscosidade seguiu-se o procedimento estipulado pela IOCCC (*Organização Internacional do Cacau, Chocolate e Produtos de Confeitaria*), no qual se gerou uma curva de fluxo de 7 minutos, sendo que os três primeiros minutos de análise referem-se à subida da taxa de corte, seguida da estabilização da mesma durante um minuto e por fim a descida da taxa de corte nos últimos três minutos (descida). Os resultados apresentados evidenciam as

“subidas/ramp up” e “descidas/ramp down” da curva de fluxo ao longo do tempo. Através das figuras 25 a 28 é possível perceber se há fenómenos de tixotropia ou reopexia no mesmo.

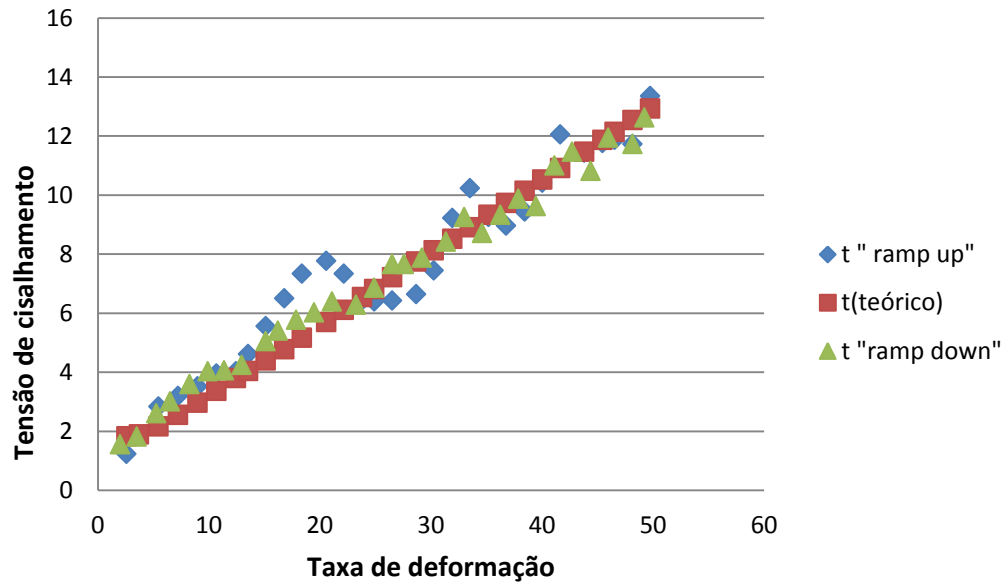


Figura 25 - Representação gráfica do modelo Windhab no chocolate branco

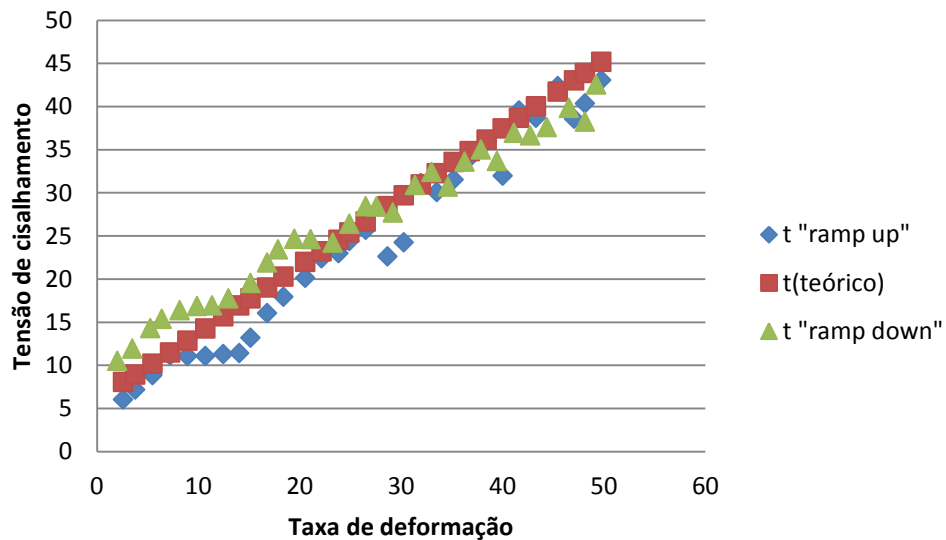


Figura 26 - Representação do modelo Windhab no chocolate negro 55%

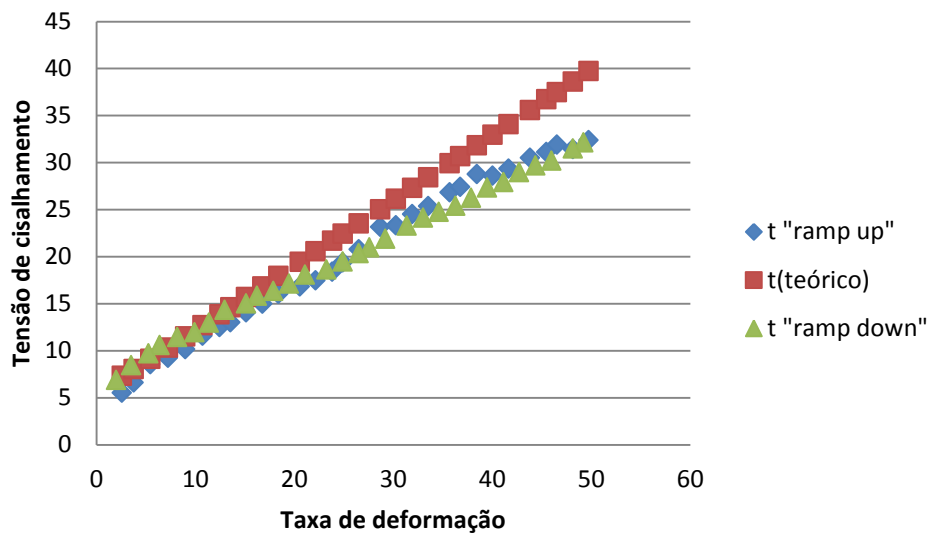


Figura 27 - Representação do modelo Windhab no chocolate negro 70%

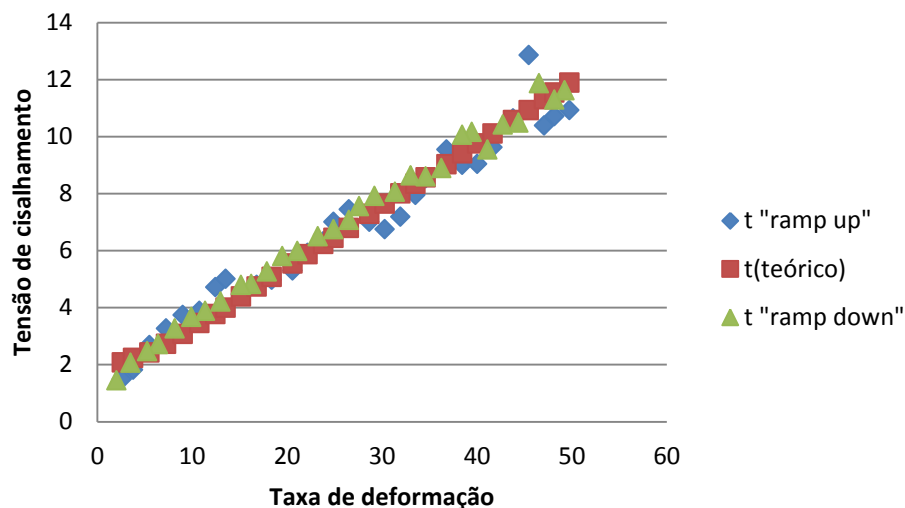


Figura 28 - Representação gráfica do modelo Windhab no chocolate negro 83%

O modelo Windhab assume que, quando o chocolate líquido é submetido a uma força de corte, acontece uma mudança na estrutura do chocolate fundido. Isto pode ser observado por uma variação (decréscimo) no valor inicial da viscosidade sem tensão de corte inicial para um valor em estado estacionário, nesta fase o chocolate mostra uma viscosidade em equilíbrio. À medida que a tensão de corte aumenta atinge-se uma viscosidade final de equilíbrio (Viana, 2010).

A distribuição do tamanho das partículas e a sua composição influenciam as propriedades reológicas do chocolate. As partículas menores melhoram as propriedades sensoriais, porém a viscosidade plástica e o limite da elasticidade aumentam devido a mudanças na área de superfície

de partículas em contato com a fase de gordura (El-kalyoubi, Khallaf, Abdelrashid, & Mostafa, 2011).

A distribuição do tamanho das partículas é um fator determinante das propriedades do chocolate, pois tem influência sobre a percepção sensorial. As partículas maiores são importantes em termos de palatibilidade/sensação na boca, devido à rugosidade. Porém as partículas mais pequenas são as mais importantes no que diz respeito às propriedades de fluxo do chocolate. O tamanho das partículas afeta a viscosidade, bem como a textura, e um chocolate cujas partículas de cacau tenha um tamanho máximo de 20µm tem um sabor e uma textura mais cremosa do que um chocolate com partículas de cacau com 30µm (Afoakwa et al., 2007).

Tendo isto em consideração e observando os resultados obtidos na tabela 14, verifica-se que de uma forma geral todos os chocolates se adaptaram ao modelo Windhab, havendo uma estabilidade maior nos valores durante a etapa de “ramp down”. Isto porque à medida que a tensão de corte aumenta a viscosidade vai atingindo o equilíbrio.

Através da análise dos gráficos conclui-se que os chocolates com maior teor de gordura são os que apresentam valores de viscosidade maiores, neste caso o chocolate branco. Sendo que os chocolates com maior teor de cacau: chocolate negro 83% e negro 70% são os mais fluidos. Geralmente a viscosidade do chocolate é controlada pela adição de manteiga de cacau e modificadores de viscosidade, tais como a lecitina de soja.

Tabela 14 - Valores dos coeficientes de determinação (R^2) para o modelo Windhab

Modelo Windhab				
Tipo de Chocolate	Nº ensaio	Temp(± 1 °C)	"Ramp up" R^2	"Ramp down" R^2
Branco	Choc1	40	0,93	0,99
	Choc2	40	0,88	0,99
	Choc3	40	0,86	0,99
	Choc4	40	0,91	0,99
	Choc5	40	0,95	0,98
	Choc6	40	0,95	0,99
	Choc7	40	0,91	0,98
	Choc8	40	0,96	0,99
Negro 55%	Choc1	40	0,94	0,98
	Choc2	40	0,96	0,98
	Choc3	40	0,97	0,99
	Choc4	40	0,91	0,98
	Choc5	40	0,96	0,99
Negro 70%	Choc1	40	0,76	0,99
	Choc2	40	0,97	0,99
	Choc3	40	0,90	0,99
	Choc4	40	0,87	0,99
	Choc5	40	0,99	0,99
Negro 83%	Choc1	40	0,88	0,99
	Choc2	40	0,95	0,99
	Choc3	40	0,98	0,99
	Choc4	40	0,97	0,99
	Choc5	40	0,79	0,98

Na tabela 14, os valores dos coeficientes de determinação (R^2) ajustados para o modelo Windhab, correlacionam a taxa de deformação e tensão de corte, para cada temperatura, durante a fase de aumento da tensão, denominada por “ramp up”, e durante a fase de diminuição da tensão, “ramp down”. Verifica-se que de uma forma geral as quatro variedades de chocolate apresentam valores de coeficiente de determinação (R^2) semelhantes, o que permite dizer que se ajustam razoavelmente bem ao modelo proposto.

4.6 Estudo de aceitabilidade

Realizou-se um teste de aceitabilidade com consumidores, no qual os produtos foram avaliados por clientes habituais dos chocolates Casa Grande, colaboradores da loja da fábrica, técnicos de laboratório e alunos, fazendo um total de 62 consumidores. Os testes de aceitação sensorial indicam a aceitabilidade de um produto por parte do consumidor, sem que este esteja associado a uma embalagem, marca, preço ou qualquer outro tipo de categorização que possa influenciar a sua avaliação. No entanto não foi o caso, uma vez que se fez questão de realizar os testes de aceitabilidade com consumidores numa das lojas da empresa, de forma a perceber qual o *feedback* por parte dos clientes (grande parte habituais) relativamente a este novo produto desenvolvido.

A realização deste estudo com consumidores serviu também como orientação no processo de desenvolvimento do produto, pois permitiu identificar os produtos que são significativamente desagradáveis, assim como identifica aqueles que igualam ou excedem a aceitabilidade por parte dos consumidores em relação a um determinado grupo de produtos específicos (Resurrecion, 1998).

As provas de aceitabilidade dos consumidores realizaram-se em três regiões demográficas diferentes, de forma a abranger um maior leque de respostas, que foram nomeadamente: Viana do Castelo (Escola Superior de Tecnologia e Gestão), Famalicão (Empresa Casa Grande *Chocolatier*) e Porto (Loja Casa Grande, *Chocolatier*). Uma vez que este trabalho foi realizado em parceria com a Casa Grande *Chocolatier*, cuja localização maioritária de vendas abrange a região Norte de Portugal, em especial entre Famalicão e Porto, decidiu realizar-se o grosso dos testes de aceitabilidade dos consumidores numa das lojas da Casa Grande, sediada no Porto. Isto porque a probabilidade do teste de consumidores ser bem sucedido aumenta consideravelmente se o direcionarmos a um conjunto de consumidores específico.

O fato de se ter realizado as provas sensoriais na loja Casa Grande, causa um maior impacto para o teste sensorial, pois foca uma parte representativa de consumidores habituais de chocolate e potenciais compradores do produto. A localização da loja permitiu ainda obter opiniões e avaliações por parte de consumidores estrangeiros. Na figura 29 apresentam-se dois momentos durante as provas de aceitabilidade realizadas aos consumidores.



Figura 29 – Momentos de prova na Loja Casa Grande, Chocolatier

Os testes de aceitabilidade foram feitos a 62 provadores, em localizações geográficas estrategicamente selecionadas, conforme referido anteriormente, com o objetivo de se determinar qual o melhor bombom para lançar no mercado.

Os consumidores provaram quatro tipos de bombons com recheio de queijo Senras fundido e compota de morango e deram a sua opinião através do preenchimento de uma ficha de prova contendo uma escala hedônica de 9 pontos (1 extremamente desagradável a 9 – extremamente agradável; ver ficha de prova apresentada no Apêndice V).

Os resultados obtidos encontram-se na figura 30.

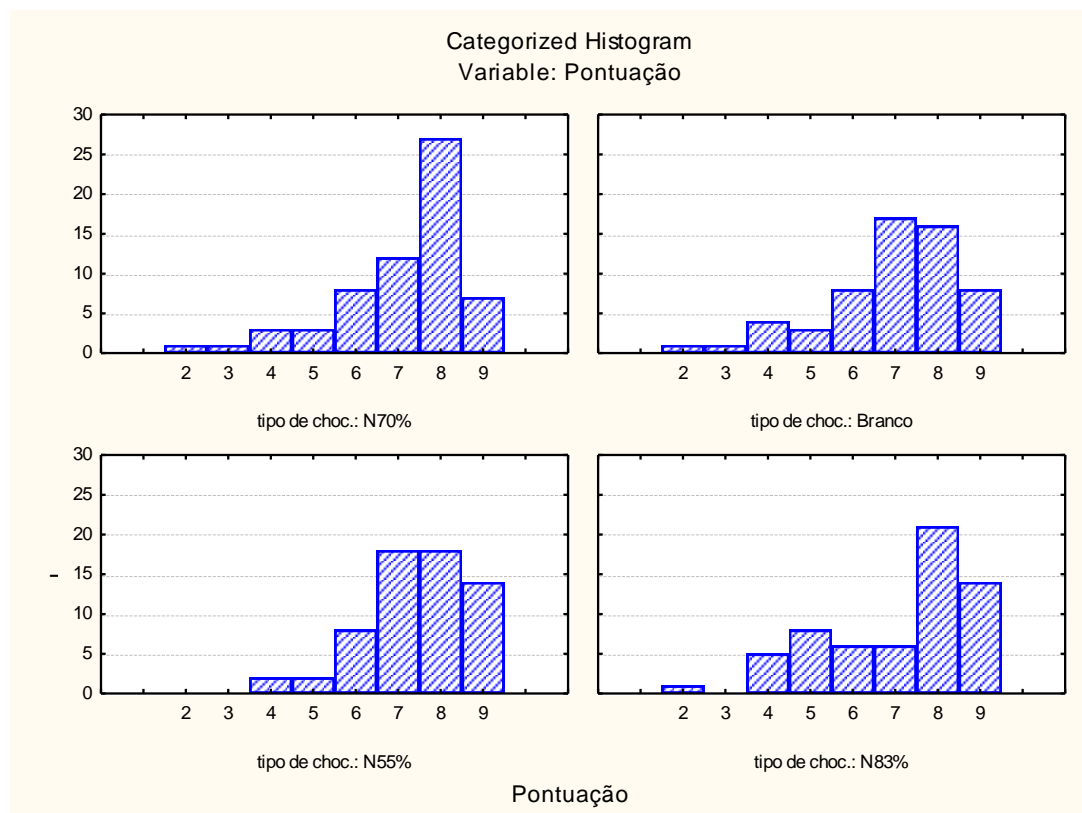


Figura 30 – Histogramas do resultado da prova de aceitabilidade dos diferentes tipos de chocolate: a) chocolate negro 70% com recheio de queijo fundido e compota de morango: 1 – extremamente desagradável a 9 – extremamente agradável; b) chocolate branco com recheio de queijo fundido e compota de morango: 1 – extremamente desagradável a 9 – extremamente agradável; c) chocolate negro 55% com recheio de queijo fundido e compota de morango: 1 – extremamente desagradável a 9 – extremamente agradável; d) chocolate negro 83% com recheio de queijo fundido e compota de morango: 1 – extremamente desagradável a 9 – extremamente agradável

Tabela 15 - Análise de Variância (ANOVA) Resultados dos testes de aceitabilidade dos Consumidores

Diferenças significativas, $p < 0,05000$								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Pontuação	7,992369	3	2,664123	566,0899	239	2,368577	1,124778	0,339689

Tabela 16 – Valores das Médias e Desvio Padrão das pontuações dos testes de aceitabilidade aos consumidores

Códigos das Amostras	Média	Desvio Padrão
263	7,11	1,85
377	7,45	1,25
641	6,95	1,59
824	7,15	1,52
Total das amostras	7,17	1,54

havendo núcleos de provadores inclinados para uma amostra de chocolate ou outra, o que indica haver uma aceitação geral satisfatória para todas as amostras de bombons.

Os pouco provadores que se distanciam são aqueles com preferências específicas, ou não gostam de chocolate negro ou não gostam de queijo/compota, ou da conjugação dos dois ingredientes incorporados no bombom de chocolate, daí serem provadores que aparecem muito dispersos no gráfico. No entanto pode dizer-se que com base nos resultados obtidos houve uma boa aceitabilidade dos bombons com compota de morango e queijo fundido.

Analisaram-se todos os comentários dos consumidores, e, de uma forma geral foram positivos. No entanto, é de denotar que relativamente aos bombons de chocolate negro os consumidores registaram que estes deveriam conter mais compota de morango e queijo fundido, pois o teor de cacau é elevado e mascara o sabor do recheio. Quanto ao bombom de chocolate branco, foi referido que era demasiado doce e o sabor do queijo sobressai mais. Estes comentários são muito importantes nesta fase de desenvolvimento do produto, pelo que devem ser tidos em consideração, pois ajudam a perceber melhor o ponto de vista do consumidor face a este novo produto e permitem entender qual a tendência deste grupo de consumidores em relação ao melhoramento tecnológico dos bombons.

5. Conclusão e sugestões de trabalho futuro

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um recheio para bombons de chocolate, composto por queijo fundido e compota de frutas.

O principal obstáculo residiu na otimização da formulação do queijo, uma vez que está em contacto direto com a compota de fruta dentro do bombom.

A incorporação do queijo e da compota de fruta, como recheio de bombom de chocolate pressupõe um elaborado trabalho tecnológico de estabilização destes dois constituintes.

A atividade de água foi um dos parâmetros escolhidos para monitorização do crescimento microbiano, e serviu também de indicador quanto à estabilidade do queijo e da compota, dentro do bombom. O fato de ser uma medida com um padrão conhecido, é particularmente bem adaptada para especificações de segurança e qualidade.

Conclui-se que a única forma de estabilizar o queijo e a compota de fruta seria por adição de açúcar ao queijo, criando um equilíbrio osmótico dentro do bombom, uma vez que as compotas de frutas já contêm na sua composição bastante teor de açúcar. Ao adicionar açúcar ao queijo evitou-se a desidratação deste para a compota. A formulação final de queijo fundido tem na sua composição 30% de açúcar. No entanto, mesmo o queijo sendo submetido a um tratamento de fusão, no qual lhe é adicionado água, sais de fusão, açúcar e sorbato de potássio, registou-se uma descida do teor de humidade em relação ao queijo natural, de cerca de 10%, sendo que esta descida se atribui à adição de açúcar.

Apesar de se ter conseguido reduzir e estabilizar os valores de atividade de água das compotas de frutas e do queijo, não foi possível controlar o crescimento microbiano, registando-se o crescimento de bolores ao fim de um mês, e como tal há necessidade de um posterior melhoramento tecnológico de forma a aumentar o prazo de validade dos bombons.

Relativamente às propriedades de textura, conclui-se que a dureza é um dos parâmetros mais importantes na definição das propriedades físicas do chocolate, é determinada através da medição da intensidade de força necessária para partir o chocolate. A dureza do chocolate depende do refinamento, distribuição de tamanho das partículas sólidas e teor de gordura. De acordo com os dados obtidos conclui-se que os chocolates com maior teor de gordura, neste caso o chocolate branco, apresenta menor dureza (maior fraturabilidade), enquanto que os chocolates com maior teor de cacau possuem uma maior dureza (menor fraturabilidade). Não esquecendo que a dureza está relacionada com as propriedades sensoriais, pois é imprescindível na determinação da aceitação do produto pelos consumidores.

Quanto ao comportamento de fluxo do chocolate, conclui-se que este depende bastante da execução das variadas etapas que englobam o seu processamento (tais como refinação, mistura e temperagem), bem como a sua formulação (distribuição do tamanho das partículas, quantidade de gordura, quantidade e tipos de emulsionantes). As propriedades reológicas desempenham um papel crucial nas aplicações de chocolate de revestimento e processos de moldagem. Com base nos resultados de viscosidade obtidos, verificou-se que estes se ajustaram ao modelo reológico Windhab e conclui-se que os chocolates com maior teor de gordura, neste caso o chocolate

branco apresenta uma maior viscosidade do que os chocolates negros, que se demonstraram ser mais fluidos, pois possuem maior teor de cacau.

A nível sensorial, o estudo realizado teve como objetivo avaliar a aceitabilidade dos bombons com recheio de queijo fundido e compota de morango, por parte dos consumidores. De acordo com os resultados obtidos não há grande diferenciação entre os quatro tipos de bombons apresentados, o que por sua vez é um feedback positivo, pois nenhum dos bombons foi categorizado como desagradável.

Embora os testes de aceitabilidade do consumidor sejam uma parte essencial do processo de tomada de uma decisão quanto ao desenvolvimento de novos produtos, não garantem o sucesso desse produto no mercado. Uma vez que se obteve uma resposta positiva quanto à aceitabilidade dos quatro tipos de bombons, penso que seria importante realizar uma pesquisa /estudo de mercado.

Não se deve esperar que os testes de consumidores obtenham resultados semelhantes ou iguais aos testes de mercado, cada um destes testes tem o seu propósito. O objetivo implícito por detrás de qualquer e todos os esforços de avaliação sensorial na indústria de alimentos é aumentar a qualidade de forma a melhorar a aparência sabor e textura, no ponto de vista de vendas.

6. Bibliografia

- Afoakwa, E. O., Paterson, A., & Fowler, M. (2007). Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – a review. *Trends in Food Science & Technology*, 18(6), 290-298. doi: 10.1016/j.tifs.2007.02.002
- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Vieira, J. (2008). Particle size distribution and compositional effects on textural properties and appearance of dark chocolates. *Journal of Food Engineering*, 87(2), 181-190. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2007.11.025
- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Vieira, J. (2009). Fat bloom development and structure-appearance relationships during storage of under-tempered dark chocolates. *Journal of Food Engineering*, 91(4), 571-581. doi:10.1016/j.jfoodeng.2008.10.011
- Ali, A.; Selamat, J.; Man, Y.B.C.; Suria, A. M.. Efeito de temperatura de armazenamento sobre a textura, estrutura polimórfica, formação de bloom e atributos sensoriais de chocolate escuro recheado. *Food Chemistry*, v.72, p.491-497, 2001.
- Almeida, M. H. G. (2003). Efeito da tecnologia pós-colheita na fração volátil do flavor do cacau. Estudo de uma fermentação em São Tomé e Príncipe.
- Andrae-Nightingale, L. M., Lee, S. Y., & Engeseth, N. J. (2009). TEXTURAL CHANGES IN CHOCOLATE CHARACTERIZED BY INSTRUMENTAL AND SENSORY TECHNIQUES. *J. Texture Stud.*, 40(4), 427-444.
- AquaLab. (2012). Fundamentals of water activity. from <http://www.aqualab.com/assets/Newsletters/Fundamentals-of-Water-Activity.pdf>, Abril 2014
- AOAC International. 2000. official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC Int., Gaithersburg, MD.
- Bachrun, T. M. M. P. (2005). *Produção de Massas de Chocolate com Baixo Teor de Manteiga de Cacau Utilização de Emulsionantes*. (Licenciatura em Engenharia Alimentar), Universidade Técnica de Lisboa Instituto Superior de Agronomia Lisboa.
- Branco, I. G.; Gasparetto, C.A. Aplicação da metodologia de superfície de resposta para o estudo do efeito da temperatura sobre o comportamento reológico de misturas ternárias de polpa de manga sucos de laranja e cenoura. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 23, 166-171, 2003.
- Cangani, A. P., Campos, A. d. C., Borba, F. d. L. e., & Yamato, M. A. (2009). Determinação do Teor de Pectina. Universidade Estadual de Ponta Grossa - Brasil.
- Castro, A. G. d. (2003). *A química e a Reologia no Processamento dos Alimentos* (1 ed.): PIAGET.
- Chevalley, J. An adaptation of the Casson equations for the Rheology of Chocolate. *Journal of Texture Studies*, v.22, p.219-229, 2007.
- Chocolate Confectionery Industry Profile: Portugal. (2013). *Chocolate Confectionery Industry Profile: Portugal*, 1-35.
- Cidell, J. L., & Alberts, H. C. (2006). Constructing quality: The multinational histories of chocolate. *Geoforum*, 37(6), 999-1007. doi:10.1016/j.geoforum.2006.02.006
- Cordier, J. L. (1994). HACCP in the chocolate industry. *Food Control*, 5(3), 171-175. doi:10.1016/0956-7135(94)90078-7
- De Graef, V., Depypere, F., Minnaert, M., & Dewettinck, K. (2011). Chocolate yield stress as measured by oscillatory rheology. *Food Res. Int.*, 44(9), 2660-2665. doi: 10.1016/j.foodres.2011.05.009

- Debaste, F., Kegelaers, Y., Liégeois, S., Amor, H. B., & Halloin, V. (2008). Contribution to the modelling of chocolate tempering process. *Journal of Food Engineering*, 88(4), 568-575. doi:10.1016/j.jfoodeng.2008.03.019
- Department, T. S. (1971). Emulsifying Salts in the Processed Cheese Industry: Albright & Wilson Ireland Limited.
- Devices, D. (2006). Fundamentals of water activity. from <http://nfscfaculty.tamu.edu/talcott/courses/FSTC605/Papers%20Reviewed/Fundamentals%20of%20Aw-Decagon.pdf>, Maio 2014
- Diaz, P. S., Vendruscolo, C. T., & Vendruscolo, J. L. S. (2004). Reologia de Xantana: uma revisão sobre a influência de eletrólitos na viscosidade de soluções aquosas de gomas xantana. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, 25(1), 15. doi: 10.5433/1679-0375.2004v25n1p15
- Diniz, M. D. M. S. (2009). *Caracterização do Comportamento Reológico e Determinação de Propriedades Termofísicas de Polpa de Manga Ubá*. Viçosa Minas Gerais.
- El-kalyoubi, M., Khallaf, M. F., Abdelrashid, A., & Mostafa, E. M. (2011). Quality characteristics of chocolate – Containing some fat replacer. *Annals of Agricultural Sciences*, 56(2), 89-96. doi:10.1016/j.aos.2011.05.009
- Fava, N. K. (2010). *A influência do aroma e do corante na reologia do recheio artificial de morango na indústria de chocolates*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Retrieved from <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28397/000770167.pdf?sequence=1>, Maio 2014
- Ferrão, J. E. M. (2008). A «morte da semente» sua importância na tecnologia pós-colheita do cacau. [The «death of the seed». its importance in post- of cocoa seeds]. *Revista de Ciências Agrárias*, 31(1), 262-267.
- Figura, L. O. e Teixeira, A.A. Food Physical, Physical Properties- Measurement and applications. Springer, 2007.
- Fortuna, J. L. (2010). *Métodos modernos e tradicionais de análise de humidade em produtos de origem animal*. Universidade Federal Fluminense.
- Goncalves, E. V., & Lannes, S. C. D. (2010). Chocolate rheology. *Ciencia E Tecnologia De Alimentos*, 30(4), 845-851. doi: 10.1590/s0101-20612010000400002
- Handbook of Food Science, Technology, and Engineering* (2006). Vol. 4. Y.H.Hui (Ed.) Retrieved from <http://books.google.pt/books?id=rTjysvUxB8wC&pg=PA40&lpg=PA40&dq=maillard+reaction+on+melted+cheese&source=bl&ots=jXdcfR-AeB&sig=I20I78XtUsdEyOFpCQA0go93h5c&hl=pt-PT&sa=X&ei=-mHOU5fjBKbl0QWnqYHwCQ&ved=0CC8Q6AEwAg#v=onepage&q=maillard%20reaction%20on%20melted%20cheese&f=false>, Junho 2014
- Hoskin, J. C. (1994). Sensory properties of chocolate and their development. (Stearic Acid: A Unique Saturated Fatty Acid, Proceedings of Metabolic Consequences of Stearic Acid Relative to Other Long-Chain Fatty Acids, a Symposium Held in Atlanta, GA, November 5-6, 1993). *American Journal of Clinical Nutrition*, 60(6), 1068S.
- Introduction to Pectin Properties. from <http://www.cybercolloids.net/information/technical-articles/introduction-pectin-properties>, Junho 2014

- Jovanović Olga, L., & Pajin Biljana, S. (2002). Sensory and instrumental evaluation of physical characteristics of laboratory -made chocolate. *Acta Periodica Technologica*, 2002(33), 19.
- Keijbets, E. L., Chen, J., & Vieira, J. (2010). Chocolate demoulding and effects of processing conditions. *Journal of Food Engineering*, 98(1), 133-140. doi:10.1016/j.jfoodeng.2009.12.019
- Lannes, S.C.S.; Medeiros, M. L; Amaral, R.L. Formulação de chocolate de cupuaçu e reologia do produto líquido. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* vol.38, n. 4, out-dez., 2002.
- Lannes, S.C.S.; Gioielli, L.A.. Uso de gorduras vegetais hidrogenadas na indústria de chocolates. *Revista óleos grãos. São Caetano do Sul*, v.8, p. 44-46, 1998
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2003). *Sensory Evaluation of Food Principles and Practices* (Second Edition ed.): Springer.
- Marissol, R., & Suzana Caetano Da Silva, L. (2007). Bombom para dietas especiais: avaliação química e sensorial Chocolate confectionery for special purposes: chemical and sensorial evaluation. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27(1), 193.
- Minifie, Bernard W. (2014). *Chocolate, Cocoa, and Confectionery: Science and Technology*. Springer Verlag
- Miquelim, J. N., Behrens, J. H., & Lannes, S. C. D. S. (2008). Analysis of Brazilian consumer preference of filled chocolate. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(2). doi: 10.1590/S0101-20612008000200034
- novasina. (2013). Water Activity in Chocolate. from http://www.novasina.ch/view/data/2085/Application%20Notes/EN/AW_ApplicationNote_Chocolate_08-2013.pdf, Junho 2014
- Piabad (1993). Programa do Instituto de Alimentação Becel para análise de dietas: Programa profissional para computadores pessoais. Lisboa: IAB.
- Prawira, M., & Barringer, S. A. (2009). EFFECTS OF CONCHING TIME AND INGREDIENTS ON PREFERENCE OF MILK CHOCOLATE. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33(5), 571-589. doi: 10.1111/j.1745-4549.2008.00272.x
- Quinones-Munoz, T., Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzman, N. E., Ochoa-Martinez, L. A., Morales-Castro, J., Gonzalez-Laredo, R. F., & Medina-Torres, L. (2011). Mixing and tempering effect on the rheological and particle size properties of dark chocolate coatings. *Cyta-Journal of Food*, 9(2), 109-113. doi: 10.1080/19476337.2010.482748
- Resurrecion, A. V. A. (1998). *Consumer Sensory Testing for Product Development* Chapman & Hall Food Science Book: Springer.
- Richter, M., & Lannes, S. C. d. S. (2007a). Chocolate confectionery for special purposes: chemical and sensorial evaluation. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27, 193-200.
- Richter, M., & Lannes, S. C. d. S. (2007b). Ingredients used in chocolate industry. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 43, 357-369.
- Sato, A. C. K.; Cunha, R, L. Influência da temperatura no comportamento reológico da polpa de jabuticaba. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 27 (4): 879-884, out-dez. 2007.
- S.T.Beckett. (1994). *Industrial Chocolate Manufacture And Use* (S.T.Beckett Ed.): Springer.

- Schantz, B., & Rohm, H. (2005). Influence of lecithin–PGPR blends on the rheological properties of chocolate. *LWT - Food Science and Technology*, 38(1), 41-45. doi:10.1016/j.lwt.2004.03.014
- Timms, R.E.. Oil and fat interaction theory, problems and solutions. *Manufacturing Confectioner*, v.82, n.6, p.50-64, 2002.
- Servais, C., Ranc, H., & Roberts, I. D. (2003). Determination of chocolate viscosity. *Journal of Texture Studies*, 34(5-6), 467-497. doi: 10.1111/j.1745-4603.2003.tb01077.x
- Smith, D. (2006). Fruit Jellies Food Processing for Entrepreneurs Series. from <http://ianrpubs.unl.edu/live/g1604/build/g1604.pdf>, Junho 2014
- Suzana Caetano da Silva, L., Magda Leite, M., & Renata Lira, A. (2002). Formulação de "chocolate" de cupuaçu e reologia do produto líquido. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 38(4). doi: 10.1590/S1516-93322002000400009
- Tewkesbury, H., Stapley, A. G. F., & Fryer, P. J. (2000). Modelling temperature distributions in cooling chocolate moulds. *Chemical Engineering Science*, 55(16), 3123-3132. doi:10.1016/S0009-2509(99)00578-3
- Viana, A. D. (2010). *Propriedades Termofísicas e Comportamento Reológico da Polpa de Cupuaçu (Theobroma grandiflorum) Em diferentes Concentrações e Temperaturas*. (Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.
- Zarić Danica, B., Pajin Biljana, S., Lončarević Ivana, S., Šoronja-simović Dragana, M., & Šereš Zita, I. (2012). The impact of the manufacturing process on the hardness and sensory properties of milk chocolate. *Acta Periodica Technologica*, 2012(43), 139.
- Zwick & Roell, "Testing systems for texture analysis, viscosity measurement and packaging testing": <http://www.zwick.com/en/applications/food-packaging.html>

6.1 Legislação

Norma Portuguesa NP 1792/1986

7. Anexos

7.1 Ficha técnica do sal de fusão

www.formulab.pt
qualidade@formulab.pt

Pág. 1/1



FOSPUR

Emulsionante Composto

Descrição

Emulsionante composto, constituído por uma mistura de fosfatos.

Áreas de Aplicação

Desenvolvido para a Indústria Alimentar.

Utilização

A dose de aplicação é de 3 a 5 g/kg e deve ser o primeiro produto a dissolver na salmoura.

Embalagem

Embalado em saco PEAD, inserido em saco de papel multi-folhas.
Disponível em sacos de 25 kg.

Conservação e validade

Armazenar em local seco e fresco, ao abrigo da luz solar directa. Armazenado em sacos fechados e mantidos nas condições adequadas tem validade de 1 ano após a data de fabrico.

Composição

Emulsionantes (E450, E451).

Propriedades

Permite ligar as diversas peças constituintes dos produtos em que é incorporado, apresentando acção anti-rancificante.

Características

Físico-Químicas

P ₂ O ₅	50 – 55%
pH (sol. @ 1%, 20°C)	8,4 – 9,4
Humidade	Máximo 1%

Microbiológicas

Microrganismos totais a 30°C	< 1x10 ³ UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	Negativa em 1 g
<i>Salmonella</i> spp	Negativa em 25 g

Requisitos Regulamentares

Todas as matérias-primas utilizadas cumprem com os requisitos exigidos pelas Directivas e Regulamentos Comunitários (CE) e Legislação Nacional em vigor.

Segurança e Manuseamento

Este produto não está classificado como perigoso.

Alergêneos

A tabela seguinte indica a presença (como componente adicionado) de ingredientes potencialmente alergênicos e seus derivados, de acordo com o Decreto-lei n.º 560/99 e respectivas alterações.

Alergéneo	Sim	Não
Cereais que contêm glúten (trigo, centeio, cevada, aveia, espelta, kamut)		X
Crustáceos e derivados		X
Ovos e derivados		X
Peixes e derivados		X
Amendoins e derivados		X
Soja e derivados		X
Leite e derivados (incluindo lactose)		X
Frutos de casca rija (amêndoas, avelãs, nozes comuns, castanhas de caju, nozes pécan, castanhas do Brasil, nozes de macadâmia) e derivados		X
Aipos e derivados		X
Mostarda e derivados		X
Sementes de Sésamo e derivados		X
Dióxido de enxofre e sulfito (> 10 mg/kg)		X
Tremoços e derivados		X
Moluscos e derivados		X

v01.2008

A informação contida nesta publicação é exacta pelos nossos melhores conhecimentos. A Formulab – Aditivos Alimentares, Lda, não se responsabiliza pela utilização indevida ou inadequada dos seus produtos. O utilizador final deve ter em consideração a Legislação em vigor, bem como proceder a testes de avaliação da adequação de cada produto à finalidade pretendida.

7.2 Ficha técnica do conservante

NANTONG ACETIC ACID CHEMICAL CO., LTD.
 NO.101 NANSHI STR. TANGZHA NANTONG, JIANGSU CHINA
 Tel:0086-513-5545538
 Fax:0086-513-5544224

SPECIFICATION

PRODUCT : Potassium Sorbate Granular
 Kaliumsorbat
 Sorbate de potassium
 Sorbato potasico

CHEMICAL CHARACTERIZATION

Description: Potassium salt of Sorbic acid acting as preservative to inhibit Microbes, particularly mold

Chemical formula: $C_6H_7KO_2$

Molecular Weight: 150.22

Assay: 99-102.0% I.D.S.

Appearance: White or almost white granular

Identification:

A. Melting range of sorbic acid isolated by acidification and recrystallized 133 °C to 135 °C after vacuum drying in a sulphuric acid desiccator

B. Positive test for potassium and for double bond

Loss on drying:	max. 1.0% (105 °C, 3h)
Acidity or alkalinity:	max. 1.0% (as sorbic acid or K_2CO_3)
Aldehydes:	max. 0.1% calculated as formaldehyde
Arsenic:	max. 3mg/kg
Lead:	max. 5mg/kg
Mercury:	max. 1mg/kg
Heavy metals(pb):	max 10mg/kg

Conclusion: Product conforms to FCCIV and is in according with the Comission Directive 96/77/ec of 2, December 1996 (purity criteria on food additives other than colour and sweeteners)

Nantong Acetic Acid Chemical Co., Ltd.
 NANTONG ACETIC ACID CHEMICAL CO., LTD.

8. Apêndices

8.1 Apêndices I – Observações experimentais na fusão do queijo

Tabela 17 - Composição dos vários tipos de queijo fundido em laboratório

Tipo de Queijo	Queijo (g)	Sal de fusão (g)	Água (ml)	Açúcar (%)	Sorbato de Potássio (g)	Desperdícios (%)
	15,63	0,23	9,00	70		19,96
Curado	55,54	0,93	30,00	60		19,99
Amanteigado	16,62	0,28	9,00	50		20,09
Quinta do	16,75	0,28	9,00	40	-	19,97
Convento	16,55	0,28	9,00	30		19,99
	16,73	0,28	9,00	20		19,99
Senras	281,57	4,70	107,00	30	0,5061	22,66

8.2 Apêndices II – Observações experimentais na determinação de atividade de água

Queijo *Queru* e Compota de Abóbora

Tabela 18 - Atividade de água nas embalagens

Dias	Número do ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp(°C)	Compota Abóbora	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,91	0,91	0	18,3	0,82	0,82	0	17,3
	1	0,86			17,5	0,86			17,1
2	2	0,86	0,86	0,01	17,1	0,87	0,87	0,01	18,9
	3	0,87			17	0,87			16,9
	1	0,85			16,9	0,86			16,8
5	2	0,86	0,86	0,01	17	0,87	0,87	0,01	16,8
	3	0,87			16,8	0,88			16,9
	1	0,85			17,6	0,86			17,6
8	2	0,86	0,85	0,01	17,6	0,87	0,87	0,01	17,5
	3	0,85			17,6	0,87			17,6
	1	0,86			17,3	0,86			17,3
12	2	0,86	0,87	0,01	17,5	0,87	0,87	0,01	17,3
	3	0,88			17,4	0,88			17,4
	1	0,87			19,3	0,89			19,2
15	2	0,88	0,87	0,01	19,3	0,88	0,88	0,01	19,3
	3	0,86			19,5	0,88			19,3

Tabela 19 - Atividade de água no bombom

Dias	Número do ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp(°C)	Compota Abóbora	Média	Desv.Pad	Temp(°C)
0	-	0,91	0,91	0	18,3	0,82	0,82	0	17,3
	1	0,86			17,5	0,86			17,1
2	2	0,86	0,84	0,01	17,1	0,87	0,83	0,01	18,9
	3	0,87			17	0,87			16,9
	1	0,85			16,9	0,86			16,8
5	2	0,86	0,85	0,02	17	0,87	0,85	0,01	16,8
	3	0,87			16,8	0,88			16,9
	1	0,85			17,6	0,86			17,6
8	2	0,86	0,85	0	17,6	0,87	0,86	0,01	17,5
	3	0,85			17,6	0,87			17,6
	1	0,86			17,3	0,86			17,3
12	2	0,86	0,85	0,02	17,5	0,87	0,84	0,02	17,3
	3	0,88			17,4	0,88			17,4
	1	0,87			19,3	0,89			19,2
15	2	0,88	0,83	0,01	19,3	0,88	0,84	0,01	19,3
	3	0,86			19,5	0,88			19,3

Tabela 20 - Atividade de água do queijo

Dias	Número do ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,91	0,91	0	18,3
	1	0,91			19,4
3	2	0,92	0,92	0,01	19,7
	3	0,92			19,5
	1	0,9			19,8
6	2	0,9	0,90	0,01	19,5
	3	0,91			19,5
	1	0,91			20
9	2	0,92	0,92	0,01	20
	3	0,93			20,2
	1	0,85			18,1
14	2	0,86	0,86	0,01	18,1
	3	0,86			18
20	1	0,86	0,87	0,01	17,3
	2	0,88			17,3

Tabela 21 - Atividade de água do recheio dividido por uma camada de chocolate dentro do bombom

Dias	Número do ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Compota Abóbora	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,91	0,91	0	18,3	0,82	0,82	0	18,5
	1	0,87			19,7	0,8			19,8
3	2	0,86	0,86	0,01	19,7	0,8	0,80	0,01	19,8
	3	0,86			19,7	0,81			19,9
	1	0,85			20,3	0,8			20,4
7	2	0,86	0,86	0,01	20,3	0,83	0,82	0,02	20,6
	3	0,86			20,3	0,82			20,6
	1	0,87			20	0,8			20,6
10	2	0,84	0,86	0,02	20,5	0,82	0,81	0,01	20,6
	1	0,84			17,9	0,78			18,2
15	2	0,84	0,84	0	18,2	0,8	0,80	0,02	18,2
	3	0,84			18,2	0,81			18,3

Queijo fundido, *Quinta do Convento*

Concentração de 20% de açúcar

Tabela 22 - Atividade de água no bombom com recheio de morango

Dias	Número do ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Morango	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,98	-	-	23,1	0,96	-	-	23,2
4	1	0,94	0,95	0,01	21,6	0,92	0,93	0,01	21,6
	2	0,96			21,6	0,94			21,6
7	1	0,88	0,92	0,06	22,7	0,89	0,92	0,04	22,5
	2	0,96			23,0	0,95			23,0
11*	1	0,88	0,88	0	22,5	0,87	0,87	0	22,4

*Presença de bolores ao fim de 11 dias

Tabela 23 - Atividade de água no bombom com recheio de cereja negra

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Cereja	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,98	0,98	0	23,1	0,93	0,93	0	23,1
4	1	0,93	0,93	0	21,5	0,88	0,90	0,02	21,2
	2	0,93			21,6	0,91			21,6
7	1	0,88	0,90	0,02	23,3	0,90	0,89	0,02	23,1
	2	0,91			23,2	0,87			23,1
11*	1	0,84	0,85	0,01	22,4	0,82	0,82	0	22,6
	2	0,85			22,6	0,82			22,6

*Presença de bolores ao fim de 11 dias

Tabela 24 - Atividade de água no bombom com recheio de mirtilo

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Mirtilo	Média	Desv.Pad	Tem (°C)
0	-	0,98	0,98	0	23,1	0,95	0,95	0	23,2
4	1	0,95	0,95	0	21,5	0,94	0,945	0,01	21,5
	2	0,95			21,4	0,95			21,5
7	1	0,90	0,94	0,05	23,5	0,97	0,965	0,01	23,4
	2	0,97			23,5	0,96			23,4
11*	1	0,90	0,92	0,02	22,6	0,89	0,91	0,03	22,7
	2	0,93			22,6	0,93			22,7

*Presença de bolores ao fim de 11 dias

Concentração de 30% de açúcar

Tabela 25 - Atividade de água no bombom com recheio de morango

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Morango	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,95	0,95	0	23,5	0,96	0,96	0	23,2
5	1	0,94	0,92	0,04	21,7	0,94	0,9	0,06	21,7
	2	0,89			21,8	0,86			21,8
10	1	0,95	0,94	0,02	21,6	0,93	0,925	0,01	21,5
	2	0,92			22,1	0,92			21,9

Tabela 26 - Atividade de água no bombom com recheio de cereja negra

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Cereja	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,95	0,95	0	23,5	0,93	0,93	0	23,1
5	1	0,89	0,89	0,01	21,8	0,87	0,875	0,01	21,7
	2	0,88			21,9	0,88			21,8
10	1	0,92	0,90	0,04	22,3	0,86	0,885	0,04	22,2
	2	0,87			22,2	0,91			22,3

Tabela 27 – Atividade de água no bombom com recheio de mirtilo

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Mirtilo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,95	0,95	0	23,5	0,95	0,95	0	23,2
5	1	0,88	0,88	0	22,2	0,88	0,89	0,01	22,2
	2	0,88			22,3	0,90			22,3
10	1	0,95	0,96	0,01	22,3	0,94	0,94	0	22,3
	2	0,96			22,4	0,94			22,4
18	1	0,85	0,86	0,01	21,4	0,84	0,85	0,01	21,4
	2	0,86			21,4	0,86			21,4

Concentração de 40% de açúcar

Tabela 28 - Atividade de água no bombom com recheio de morango

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Morango	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,91	0,91	0	23,6	0,96	0,96	0	23,2
5	1	0,88	0,88	0	23,1	0,87	0,86	0,01	22,2
	2	0,88			23,1	0,85			22,3
10	1	0,93	0,92	0,01	22,5	0,92	0,91	0,01	22,5
	2	0,91			22,5	0,9			22,6

Tabela 29 - Atividade de água no bombom com recheio de cereja negra

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Cereja Negra	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,91	0,91	0	23,6	0,93	0,93	0	23,1
5	1	0,88	0,88	0,01	22,7	0,82	0,84	0,03	22,5
	2	0,87			22,8	0,86			22,6
10	1	0,86	0,87	0,01	22,6	0,85	0,855	0,01	22,7
	2	0,88			22,8	0,86			22,7

Tabela 30 - Atividade de água n bombom com recheio de mirtilo

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Mirtilo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,91	0,91	0	23,6	0,95	0,95	0	23,2
5	1	0,90	0,91	0,01	21,7	0,90	0,91	0,01	21,9
	2	0,91			22,5	0,91			22,4
10	1	0,88	0,89	0,01	22	0,89	0,90	0,01	21,5
	2	0,90			22,2	0,90			21,8
18	1	0,85	0,85	0	21,3	0,84	0,85	0,01	21,3
	2	0,85			21,4	0,85			21,4

Concentração de 30% de açúcar e Sorbato de Potássio

Tabela 31 - Atividade de água no bombom com recheio de morango

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Morango	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,98	0,98	0	22,8	0,960	0,96	0	23,2
3	1	0,97	0,97	0,01	21,0	0,96	0,97	0,01	20,8
	2	0,96			21,5	0,97			21,5
7	1	0,96	0,96	0	21,0	0,96	0,96	0	20,8
	2	0,96			21,1	0,96			21,1
20	1	0,93	0,925	0,01	21,6	0,92	0,92	0	21,5
	2	0,92			21,9	0,92			21,8

Tabela 32 - Atividade de água no bombom com recheio de cereja negra

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Cereja Negra	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,98	0,98	0	22,8	0,93	0,93	0	23,1
3	1	0,94	0,94	0	21,6	0,93	0,94	0,01	21,6
	2	0,94			21,6	0,94			21,6
7	1	0,92	0,93	0,01	20,5	0,93	0,93	0	20,7
	2	0,93			21,1	0,93			21,1
20	1	0,91	0,91	0	22,0	0,90	0,91	0,01	22,0
	2	0,91			22,0	0,91			22,1

Tabela 33 - Atividade de água no bombom com recheio de mirtilo

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Mirtilo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,98	0,98	0	22,8	0,95	0,95	0	23,2
3	1	0,98	0,98	0,01	21,6	0,98	0,98	0,01	21,6
	2	0,97			21,6	0,97			21,6
7	1	0,96	0,97	0,01	21,2	0,96	0,97	0,01	21,3
	2	0,97			21,3	0,97			21,3
20	1	0,90	0,91	0,01	22,1	0,91	0,92	0,01	22,2
	2	0,92			22,3	0,92			22,4

Queijo fundido, *Senras*

Concentração de 30% de açúcar e Sorbato de Potássio

Tabela 34 - Atividade de água no bombom com recheio de morango

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Morango	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,95	0,95	0	23,6	0,96	0,96	0	23,5
7	1	0,96	0,96	0,01	24,0	0,96	0,95	0,01	23,7
	2	0,95			24,3	0,94			24,2
15*	1	0,94	0,94	0	23,4	0,94	0,94	0	23,0
	2*	*			*	*			*
26	1	0,92			23,5	0,92			23,0
	2	0,93	0,93	0,01	24,7	0,93	0,93	0,01	24,0

*Presença de bolores no dia 15, impossibilidade de realizar análise do bombom

Tabela 35 - Atividade de água no bombom com recheio de cereja negra

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Cereja Negra	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,95	0,95	0	23,6	0,93	0,95	0	23,7
7	1	0,92	0,92	0	24,4	0,92	0,92	0	24,4
	2	0,92			24,6	0,92			24,8
15	1	0,90	0,91	0,01	24,0	0,90	0,91	0,01	23,7
	2	0,91			24,3	0,91			24,1
26	1	0,90			25,2	0,89			25,3
	2	0,90	0,9	0	25,3	0,90	0,895	0,01	25,2

Tabela 36 - Atividade de água n bombom com recheio de mirtilo

Dias	Número de ensaio	Queijo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)	Recheio Mirtilo	Média	Desv.Pad	Temp (°C)
0	-	0,95	0,95	0	23,6	0,95	0,95	0	24,0
7	1	0,95	0,96	0,01	24,6	0,95	0,96	0,01	24,6
	2	0,96			24,8	0,96			24,7
15	1	0,94	0,95	0,01	24,4	0,94	0,95	0,01	24,3
	2	0,95			24,4	0,95			24,4
26*	1	0,93	0,93	0	25,6	0,93	0,93	0	25,4
	2*	*			*	*			*

*Presença de bolores no dia 26, impossibilidade de realizar análise do bombom

8.3 Apêndice III – Observações experimentais na determinação da textura

Apêndice III - Observações experimentais na determinação da textura

	Dureza (N)	Fraturabilidade (mm)		Dureza (N)	Fraturabilidade (mm)		Dureza (N)	Fraturabilidade (mm)		Dureza (N)	Fraturabilidade (mm)
Chocolate Branco	5,201	107,42	Chocolate Negro 55%	2,16	108,05	Chocolate Negro 70%	2,81	107,48	Chocolate Negro 83%	2,03	108,45
	4,94	107,27		2,48	108,28		3,14	107,44		1,66	108,37
	4,61	107,57		1,50	108,47		3,53	107,48		2,84	108,14
	4,88	107,59		2,71	107,86		6,05	107,52		1,86	108,03
	4,63	107,34		1,85	108,45		3,27	107,66		2,96	107,98
	5,09	107,39		1,99	108,22		2,55	107,62		2,98	108,00
	3,89	107,51		2,09	108,03		2,57	107,61		2,38	108,07
	4,15	107,62		1,48	108,16		3,74	107,69		1,33	108,55
	3,76	107,42		2,43	107,91		3,35	107,43		2,28	107,85
	3,64	107,13		1,99	108,35		2,28	107,33		2,02	108,39
	3,55	107,37		3,13	108,23		3,05	107,91		2,01	107,96
	3,35	107,34		1,91	108,17		3,19	107,77		2,03	108,40
	4,61	107,45		3,16	108,18		3,07	107,39		1,67	108,58
	4,78	107,26		1,55	108,24		3,16	107,55		2,24	108,02
	3,77	107,58		1,94	108,32		2,16	107,61		2,75	108,04
	3,46	107,77		2,19	108,19		3,57	107,28		1,82	108,25
	3,25	107,38		1,72	108,55		3,45	107,15		1,43	108,09
	3,36	107,82		1,50	108,62		2,22	107,35		1,10	108,40
	4,68	107,25		1,51	108,40		2,44	107,76		2,82	107,41
	4,08	107,44		0,97	108,48		2,09	107,41		3,59	107,57
	3,59	107,33					2,15	107,30		2,67	107,65
	4,20	107,37								5,49	107,35
	3,93	107,37									
Média	4,15	107,43	Média	2,01	108,26	Média	3,19	107,57	Média	2,18	108,19
Des.Padrão	0,62	0,16	Des.Padrão	0,56	0,20	Des.Padrão	0,90	0,15	Des.Padrão	0,49	0,23

Tabela 37 - Valores do Texturômetro: Dureza e Fraturabilidade

Tabela 38 - Análise de variância (ANOVA) dos chocolates

Diferenças significativas, p <0,05000								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Dureza	58,27064	3	19,42355	47,67195	82	0,581365	33,41023	0,000000
Fraturabilidade	10,65318	3	3,55106	4,62548	82	0,056408	62,95283	0,000000

8.4 Apêndice IV – Observações experimentais na determinação da viscosidade

Tabela 39 - Valores do viscosímetro aplicados ao modelo Windhab

		"Ramp up"				"Ramp down"			
Tipo de	Número ensaio	μ in Pas	τ real [Pa]	γ in 1/s	τ (teórico)	μ in Pas	τ real [Pa]	γ in 1/s	τ (teórico)
Chocolate									
Branco	Choc1	0,32	7,43	26,10	7,14	0,33	7,16	25,51	6,99
	Choc2	0,61	13,32	26,12	13,38	0,68	14,16	25,54	13,12
	Choc3	0,76	17,05	26,12	20,60	0,83	16,90	25,52	20,19
	Choc4	0,73	14,42	26,10	17,64	0,75	14,49	25,49	17,34
	Choc5	0,66	15,98	26,13	16,53	0,74	15,79	25,54	16,18
	Choc6	1,00	22,15	26,12	24,82	1,04	21,38	25,47	24,34
	Choc7	1,07	24,09	26,11	25,79	1,20	24,49	25,52	25,30
	Choc8	1,53	32,22	26,11	32,97	1,24	26,01	25,54	32,54
Negro 55%	Choc1	1,19	25,13	26,14	26,77	1,19	22,19	25,51	26,33
	Choc2	0,99	20,94	26,15	24,06	1,04	19,75	25,51	23,64
	Choc3	1,05	24,16	26,12	26,44	1,42	26,58	25,54	25,91
	Choc4	0,81	18,37	26,12	17,89	0,93	18,27	25,54	17,52
	Choc5	1,34	26,03	26,13	31,87	1,29	24,80	25,51	31,41
Negro 70%	Choc1	0,60	11,08	26,13	13,71	0,59	10,94	25,52	13,51
	Choc2	0,69	14,78	26,14	16,45	0,70	13,92	25,52	16,16
	Choc3	0,73	14,42	26,10	17,27	0,75	14,49	25,49	16,98
	Choc4	0,43	10,01	26,12	9,83	0,45	9,04	25,49	9,63
	Choc5	0,92	20,32	26,12	23,33	1,03	20,05	25,49	22,88
Negro 83%	Choc1	0,29	6,19	26,08	5,82	0,31	6,55	25,50	5,68
	Choc2	0,30	6,77	26,11	6,77	0,32	6,87	25,54	6,65
	Choc3	0,30	6,99	26,10	6,39	0,31	6,91	25,53	6,27
	Choc4	0,12	2,94	26,12	3,09	0,15	3,49	25,52	2,98
	Choc5	0,27	5,56	26,11	6,33	0,27	6,09	25,52	6,22

8.5 Apêndice V – Análise Sensorial: Fichas de Aceitabilidade de Consumidor

Estudo de consumidores

DATA: _____ Sexo: ☐ F ☐ M Idade _____

Por favor prove as amostras de **bombom com recheio de morango e queijo** apresentadas e assinale com um X o grau em que aprecia.

Amostra 824	<input type="checkbox"/> Extremamente agradável
	<input type="checkbox"/> Muito agradável
	<input type="checkbox"/> Moderadamente agradável
	<input type="checkbox"/> Ligeiramente agradável
	<input type="checkbox"/> Nem agradável nem desagradável
	<input type="checkbox"/> Ligeiramente desagradável
	<input type="checkbox"/> Moderadamente desagradável
	<input type="checkbox"/> Muito desagradável
	<input type="checkbox"/> Extremamente desagradável
	Compraria este produto? Sim _____ Não _____ O que mudaria neste produto?

Amostra 641	<input type="checkbox"/> Extremamente agradável
	<input type="checkbox"/> Muito agradável
	<input type="checkbox"/> Moderadamente agradável
	<input type="checkbox"/> Ligeiramente agradável
	<input type="checkbox"/> Nem agradável nem desagradável
	<input type="checkbox"/> Ligeiramente desagradável
	<input type="checkbox"/> Moderadamente desagradável
	<input type="checkbox"/> Muito desagradável
	<input type="checkbox"/> Extremamente desagradável
	Compraria este produto? Sim _____ Não _____ O que mudaria neste produto?

Amostra 377	<input type="checkbox"/> Extremamente agradável
	<input type="checkbox"/> Muito agradável
	<input type="checkbox"/> Moderadamente agradável
	<input type="checkbox"/> Ligeiramente agradável
	<input type="checkbox"/> Nem agradável nem desagradável
	<input type="checkbox"/> Ligeiramente desagradável
	<input type="checkbox"/> Moderadamente desagradável
	<input type="checkbox"/> Muito desagradável
	<input type="checkbox"/> Extremamente desagradável
	Compraria este produto? Sim _____ Não _____ O que mudaria neste produto?

Amostra 263	<input type="checkbox"/> Extremamente agradável
	<input type="checkbox"/> Muito agradável
	<input type="checkbox"/> Moderadamente agradável
	<input type="checkbox"/> Ligeiramente agradável
	<input type="checkbox"/> Nem agradável nem desagradável
	<input type="checkbox"/> Ligeiramente desagradável
	<input type="checkbox"/> Moderadamente desagradável
	<input type="checkbox"/> Muito desagradável
	<input type="checkbox"/> Extremamente desagradável
	Compraria este produto? Sim _____ Não _____ O que mudaria neste produto?

Consumers Study

DATA: _____ Gender: ☐ F ☐ M Age: _____

Please taste the following samples of **Chocolate Bonbon filled with cream cheese and strawberry jam**, and mark with and **X** the degree of your appreciation.

Sample 824	<input type="checkbox"/>	I like extremely
	<input type="checkbox"/>	I like very much
	<input type="checkbox"/>	I like moderately
	<input type="checkbox"/>	I like slightly
	<input type="checkbox"/>	I neither like or dislike
	<input type="checkbox"/>	I dislike slightly
	<input type="checkbox"/>	I dislike moderately
	<input type="checkbox"/>	I dislike very much
	<input type="checkbox"/>	I dislike extremely
Would you buy this product? Yes _____ No _____ What would you change in this product?		

Sample 641	<input type="checkbox"/>	I like extremely
	<input type="checkbox"/>	I like very much
	<input type="checkbox"/>	I like moderately
	<input type="checkbox"/>	I like slightly
	<input type="checkbox"/>	I neither like or dislike
	<input type="checkbox"/>	I dislike slightly
	<input type="checkbox"/>	I dislike moderately
	<input type="checkbox"/>	I dislike very much
	<input type="checkbox"/>	I dislike extremely
Would you buy this product? Yes _____ No _____ What would you change in this product?		

Sample 377	<input type="checkbox"/>	I like extremely
	<input type="checkbox"/>	I like very much
	<input type="checkbox"/>	I like moderately
	<input type="checkbox"/>	I like slightly
	<input type="checkbox"/>	I neither like or dislike
	<input type="checkbox"/>	I dislike slightly
	<input type="checkbox"/>	I dislike moderately
	<input type="checkbox"/>	I dislike very much
	<input type="checkbox"/>	I dislike extremely
Would you buy this product? Yes _____ No _____ What would you change in this product?		

Sample 263	<input type="checkbox"/>	I like extremely
	<input type="checkbox"/>	I like very much
	<input type="checkbox"/>	I like moderately
	<input type="checkbox"/>	I like slightly
	<input type="checkbox"/>	I neither like or dislike
	<input type="checkbox"/>	I dislike slightly
	<input type="checkbox"/>	I dislike moderately
	<input type="checkbox"/>	I dislike very much
	<input type="checkbox"/>	I dislike extremely
Would you buy this product? Yes _____ No _____ What would you change in this product?		